



**Universidad  
Norbert Wiener**

**FACULTAD DE FARMACIA Y BIOQUÍMICA**

**E.A.P. DE FARMACIA Y BIOQUÍMICA**

**“DETERMINACIÓN DE NITRITOS Y NITRATOS EN SALCHICHAS  
EXPENDIDAS EN EL MERCADO LA UNIÓN - SAN JUAN DE  
LURIGANCHO, OCTUBRE-DICIEMBRE 2018”**

Tesis para optar el título de Químico Farmacéutico

Presentado por:

**Br. JHULISSA ROSANA SALINAS QUISPE**

**Br. JAMES BENER UGAZ VILLALOBOS**

Asesor(a):

**Q.F. ANTONIO GUILLERMO RAMOS**

**JACO**

**LIMA – PERÚ**

**2019**

## **DEDICATORIA**

A Dios por brindarme salud, sabiduría y fortaleza permitiéndome culminar de manera satisfactoria esta etapa.

Con amor para mis padres Clemente Salinas y Cruseña Quispe que con su infinito amor, valores, consejos y enseñanzas hicieron de mí una persona de bien.

A mis hermanos Hilda Salinas, Gonzalo Salinas, Milton Salinas, Yeni Salinas y Flor Salinas por su apoyo constante y estar siempre presentes en los momentos más importantes de mi vida.

A mis sobrinos por su amor, cariño y ocurrencias que hicieron de esta etapa un momento placentero.

A mis cuñadas y cuñados por apoyarme constantemente.

Jhulissa

A Dios, a mi papá Bener y hermano Pablo Jorge, quienes desde el cielo guían mi camino. A mi mamá María, a mis hermanas (os) Noemi, Ali, Sixto y Pablo Miguel; pilares fundamentales en mi vida, con mucho amor, les dedico todo mi esfuerzo, en reconocimiento a todo el sacrificio puesto para que yo pueda estudiar. A Walter, Rosario por su apoyo incondicional y a toda mi familia porque con sus oraciones, consejos y palabras de aliento hicieron de mí una mejor persona y de una u otra forma me acompañan en todos mis sueños y metas.

James

## **AGRADECIMIENTO**

Agradecemos infinitamente a Dios por habernos dado salud, sabiduría y fortaleza, haciendo posible la culminación de nuestra tesis.

A nuestros familiares por su apoyo incondicional en cada una de las etapas culminadas.

A nuestro asesor Q.F. Ramos Jaco, Antonio por su asesoría consecutiva en cada una de las etapas de desarrollo del trabajo de tesis, y a cada uno de los profesores que con sus enseñanzas contribuyeron a la mejora continua en nuestra formación académica y personal.

A los señores miembros del jurado calificador designado por la facultad de Farmacia y Bioquímica de la Universidad Norbert Wiener:

Presidente: Mg. Lizano Gutiérrez Jesús.

Secretario: Q.F. Guevara Ortega Freddy Alberto.

Vocal 1: Q.F. Cárdenas Orihuela Robert Armando.

Por su apoyo y sugerencias que contribuyeron a enriquecer el valor de nuestra tesis.

## RESUMEN

Esta investigación es de tipo descriptivo y transversal, tiene como objetivo determinar la concentración de nitritos y nitratos en salchichas expandidas en el Mercado La Unión - San Juan de Lurigancho, Octubre – Diciembre del 2018, debido a que su consumo en exceso ocasionan metahemoglobinemia y aumentan la formación de nitrosaminas, compuestos mutagénicos y cancerígenos. La metodología usada consistió en la toma de 75 muestras de 5 marcas diferentes (San Fernando, Otto Kunz, Braedt, La Segoviana, Tuxa) de salchichas en el Mercado La Unión, las cuales fueron trasladadas al laboratorio de Toxicología de la Universidad Norbert Wiener, 25 de ellas fueron sometidas a refrigeración (5°C) por 8 días, 25 fueron fritas, y 25 analizadas frescas, se determinó la concentración de estos aditivos mediante análisis espectrofotométrico a 538 nm usando el método descrito en la Norma Técnica Peruana ISO 2918:2006 para nitritos y Norma Técnica Peruana ISO 3091:2005 para nitratos. Los resultados obtenidos indican que la concentración promedio de nitritos en el grupo de salchichas frescas ( $116,48 \pm 3,58$  mg/kg) y refrigeradas ( $114,77 \pm 3,3$  mg/kg) no superan el límite establecido por el CODEX ALIMENTARIUS (125 ppm) e INDECOPI (200 mg/kg); sin embargo, el grupo de salchichas fritas ( $166,58 \pm 19,51$  mg/kg) supera el límite establecido por el Codex Alimentarius; para la concentración de nitratos se obtuvo en el grupo de salchichas frescas un promedio de ( $453,63 \pm 18,48$  mg/kg) valor que no supera al establecido por INDECOPI (500 mg/kg); en el grupo de salchicha refrigerada se obtuvo que la marca Tuxa ( $511,98 \pm 3,11$  mg/kg) presenta valores que superan al establecido por la Norma al igual que el grupo de salchichas fritas la marca Otto Kunz ( $509,47 \pm 0,99$  mg/kg). Se concluye que las concentraciones de nitritos en el grupo de salchichas fritas superan el límite establecido por el Codex Alimentarius, lo mismo sucede con la concentración de nitratos en la marca Tuxa para el grupo de refrigerados y en la marca Otto Kunz para el grupo de fritas según Indecopi.

**Palabras Clave:** Embutidos, Salchichas, Nitritos, Nitratos.

## ABSTRACT

This research is descriptive and transversal, aims to determine the concentration of nitrites and nitrates in sausages sold in the Market La Union - San Juan de Lurigancho, October - December 2018, because their consumption in excess cause methemoglobinemia and increase the formation of nitrosamines, mutagenic and carcinogenic compounds. The methodology used consisted of taking 75 samples from 5 different brands (San Fernando, Otto Kunz, Braedt, La Segoviana, Tuxa) of sausages in the La Unión Market, which were transferred to the Toxicology laboratory of the Norbert Wiener University, 25 of them were subjected to refrigeration (5 ° C) for 8 days, 25 were fried, and 25 analyzed fresh, the concentration of these additives was determined by spectrophotometric analysis at 538 nm using the method described in the Peruvian Technical Standard ISO 2918: 2006 for nitrites and Peruvian Technical Standard ISO 3091: 2005 for nitrates. The results obtained indicate that the average concentration of nitrites in the group of fresh ( $116.48 \pm 3.58$  mg / kg) and refrigerated sausages ( $114.77 \pm 3.3$  mg / kg) does not exceed the limit established by CODEX ALIMENTARIUS (125 ppm) and INDECOPI (200 mg / kg); however, the group of fried sausages ( $166.58 \pm 19.51$  mg / kg) exceeds the limit established by the Codex Alimentarius; for the concentration of nitrates, an average of ( $453.63 \pm 18.48$  mg / kg) was obtained in the group of fresh sausages, a value that does not exceed that established by INDECOPI (500 mg / kg); in the refrigerated sausage group, it was obtained that the Tuxa brand ( $511.98 \pm 3.11$  mg / kg) has values that exceed that established by the Standard, as well as the group of fried sausages, the Otto Kunz brand ( $509.47 \pm 0.99$  mg / kg). It is concluded that the concentrations of nitrites in the group of fried sausages exceed the limit established by the Codex Alimentarius, the same happens with the concentration of nitrates in the Tuxa brand for the refrigerated group and in the Otto Kunz brand for the group of frits according to Indecopi.

Key Words: Sausages, Sausages, Nitrites, Nitrates.

## ÍNDICE

Resumen	
Abstract	
Lista de Tablas	
Lista de Figuras	
<b>I. INTRODUCCIÓN</b>	<b>1</b>
<b>1.1 Objetivos:</b>	<b>3</b>
<b>1.1.1 Objetivo General:</b>	<b>3</b>
<b>1.1.2 Objetivos Específicos:</b>	<b>3</b>
<b>1.2 Justificación:</b>	<b>3</b>
<b>1.3 Hipótesis:</b>	<b>4</b>
<b>II. MARCO TEÓRICO</b>	<b>5</b>
<b>2.1 Antecedentes:</b>	<b>5</b>
<b>2.1.1 Antecedentes Internacionales:</b>	<b>5</b>
<b>2.1.2 Antecedentes Nacionales:</b>	<b>7</b>
<b>2.2 Bases Teóricas:</b>	<b>8</b>
<b>2.2.1 Productos y derivados cárnicos:</b>	<b>8</b>
<b>2.2.2 Embutidos:</b>	<b>8</b>
<b>2.2.3 Salchichas:</b>	<b>9</b>
<b>2.2.4 Aditivos Alimentarios:</b>	<b>9</b>
<b>2.2.5 Ingestión Diaria Admisible:</b>	<b>10</b>
<b>2.2.6 Justificación del uso de Aditivos:</b>	<b>10</b>
<b>2.2.7 Nitritos y Nitratos:</b>	<b>10</b>
<b>2.2.8 Uso de Nitritos y Nitratos en Productos Cárnicos:</b>	<b>12</b>
<b>2.2.9 Toxicología de Nitritos y Nitratos:</b>	<b>13</b>
<b>2.2.10 Efectos Adversos del uso de nitritos y nitratos:</b>	<b>15</b>
<b>2.2.11 Necesidad Tecnológica de Nitritos y Nitratos:</b>	<b>15</b>
<b>2.2.12 Normas Legales del empleo de Nitritos y Nitratos:</b>	<b>15</b>
<b>2.2.14 Uso de Embutidos en Perú:</b>	<b>16</b>
<b>2.2.15 Efecto de la Temperatura sobre embutidos:</b>	<b>17</b>
<b>2.3 Definición de Términos:</b>	<b>18</b>
<b>III. MATERIALES Y MÉTODO</b>	<b>19</b>
<b>3.1 Tipo de Investigación:</b>	<b>19</b>
<b>3.2 Población y muestra de estudio:</b>	<b>19</b>
<b>3.2.1 Población:</b>	<b>19</b>
<b>3.2.2 Muestra:</b>	<b>19</b>
<b>3.2.3 Variables:</b>	<b>20</b>
<b>3.2.4 Criterios de Inclusión:</b>	<b>20</b>

3.2.5	Criterios de Exclusión:	20
3.3	Instrumentos, técnicas y procedimientos de recolección de datos:	20
3.3.1	Procesamiento de datos:	21
3.3.2	Análisis de datos:	21
3.3.3	Toma de Muestra:	21
3.4	Materiales, Equipos y Reactivos:	22
3.5	Método:	23
3.5.1	Determinación del contenido de Nitritos:	25
3.5.2	Determinación del contenido de Nitratos:	29
IV.	RESULTADOS	35
V.	DISCUSIONES	50
VI.	CONCLUSIONES	54
VII.	RECOMENDACIONES	56
VIII.	REFERENCIAS BIBLIOGRÁFICAS	57
IX.	ANEXOS	64

## LISTA DE TABLAS

Tabla 1: Valores promedio de la concentración de nitritos en salchichas expandidas en el Mercado La Unión - San Juan de Lurigancho, Octubre-Diciembre 2018. ....	37
Tabla 2: Valores promedio de la concentración de nitratos en salchichas expandidas en el Mercado La Unión - San Juan de Lurigancho, Octubre-Diciembre 2018. ....	40
Tabla 3: Prueba de homogeneidad de varianzas .....	43
Tabla 4: Pruebas de normalidad.....	43
Tabla 5: Prueba ANOVA: niveles medios de concentración de nitratos y nitritos en salchichas expandidas en el Mercado La Unión - San Juan de Lurigancho, Octubre-Diciembre 2018.....	44
Tabla 6: Prueba T para una media. ....	45
Tabla 7: Prueba T para una media. ....	46
Tabla 8: Prueba T para una media. ....	47



## LISTA DE FIGURAS

Figura 1: Reacción del curado .....	12
Figura 2: Formación de metahemoglobina .....	13
Figura 3: Curva de Calibración de Nitritos.....	28
Figura 4: Equipo de vidrio para la reducción de nitratos.....	31
Figura 5: Valores promedio y concentración máxima permisible de nitritos según Códex Alimentarius e INDECOPI en salchichas, expandidas en el Mercado La Unión - San Juan de Lurigancho, Octubre-Diciembre 2018. ....	38
Figura 6: Distribución de la concentración de nitritos en salchichas frescas expandidas en el Mercado La Unión - San Juan de Lurigancho, Octubre-Diciembre 2018. ....	38
Figura 7: Distribución de la concentración de nitritos en salchichas refrigeradas, expandidas en el Mercado La Unión - San Juan de Lurigancho, Octubre-Diciembre 2018. ....	39
Figura 8: Distribución de la concentración de nitritos en salchichas fritas, expandidas en el Mercado La Unión - San Juan de Lurigancho, Octubre-Diciembre 2018. ....	39
Figura 9: Valores promedio y concentración máxima permisible de nitratos según INDECOPI en salchichas, expandidas en el Mercado La Unión - San Juan de Lurigancho, Octubre-Diciembre 2018. ....	41
Figura 10: Distribución de la concentración de nitratos en salchichas frescas expandidas en el Mercado La Unión - San Juan de Lurigancho, Octubre-Diciembre 2018. ....	41
Figura 11: Distribución de la concentración de nitratos en salchichas refrigeradas, expandidas en el Mercado La Unión - San Juan de Lurigancho, Octubre-Diciembre 2018. ....	42
Figura 12: Distribución de la concentración de nitratos en salchichas fritas, expandidas en el Mercado La Unión - San Juan de Lurigancho, Octubre-Diciembre 2018. ....	42
Figura 13: Valores observados y concentración máxima permisible de nitritos en salchichas frescas, expandidas en el Mercado La Unión - San Juan de Lurigancho, Octubre-Diciembre 2018. ....	45
Figura 14: Valores observados y concentración máxima permisible de nitritos en salchichas refrigeradas, expandidas en el Mercado La Unión - San Juan de Lurigancho, Octubre-Diciembre 2018. ....	46
Figura 15: Valores observados y concentración máxima permisible de nitritos en salchichas fritas, expandidas en el Mercado La Unión - San Juan de Lurigancho, Octubre-	

Diciembre 2018.....	47
Figura 16: Valores observados y concentración máxima permisible de nitratos en salchichas frescas, expandidas en el Mercado La Unión - San Juan de Lurigancho, Octubre-Diciembre 2018. ....	48
Figura 17: Valores observados y concentración máxima permisible de nitratos en salchichas refrigeradas, expandidas en el Mercado La Unión - San Juan de Lurigancho, Octubre-Diciembre 2018. ....	48
Figura 18: Valores observados y concentración máxima permisible de nitratos en salchichas fritas, expandidas en el Mercado La Unión - San Juan de Lurigancho, Octubre-Diciembre 2018.....	49

## I. INTRODUCCIÓN

La salchicha es un embutido (carne procesada) tratado por calor, para su elaboración se usa carne de cerdo picada, cortezas de cerdo, sal, agua y especias, también se le agregan aditivos alimentarios como nitritos y nitratos que actúan como agentes de retención de color y sustancias conservadoras<sup>1</sup>, pero que en exceso ocasionan la formación de metahemoglobina en sangre, así como aumentan la formación de nitrosaminas, que son compuestos mutagénicos y cancerígenos.<sup>2</sup>

Los nitratos están ampliamente distribuidos en los alimentos, siendo la principal fuente de exposición humana a nitratos el consumo de verduras, hortalizas y embutidos, en menor medida, el agua de bebida y otros alimentos. La lechuga y espinaca generalmente presentan mayores concentraciones de nitratos ya que se acumula en las partes verdes de los vegetales, los nitratos también son usados en la agricultura como fertilizantes y en el procesamiento de alimentos como aditivo alimentario. El nitrato puede transformarse en nitrito por reducción bacteriana, en los alimentos (durante el procesamiento y el almacenamiento), y en el organismo (en la saliva y el tracto gastrointestinal). Los nitritos en la sangre oxidan el hierro de la hemoglobina produciendo metahemoglobinemia, incapaz de transportar el oxígeno.<sup>2,3</sup>

Los nitritos se engloban en el grupo 2A de la Agencia Internacional para la Investigación del Cáncer (IARC), como probablemente cancerígenos para el ser humano, por la formación endógena de N-nitrosocompuestos.<sup>4</sup> La absorción de los nitritos y nitratos es relativamente alta en humanos, son absorbidos por el estómago y la parte superior del intestino. Se ha estimado que aproximadamente el 25% de una dosis de nitrato ingerido se secreta en la saliva, y el 25% se reduce a nitrito por microorganismos orales.<sup>4,5</sup>

El Centro Internacional de Investigaciones sobre el Cáncer (CIIC), órgano intergubernamental que forma parte de la Organización Mundial de la Salud de las Naciones Unidas; en el año 2014 realizó estudios epidemiológicos sobre el consumo de carnes procesadas (salchichas, jamón, hot dog, etc); clasificándolas como carcinógenas para los humanos (Grupo 1). Concluyendo que cada porción de 50 gr. de carne procesada consumida diariamente aumenta el riesgo de cáncer colorrectal en un 18%.<sup>5,6,7</sup> Esto está relacionado al uso de nitritos y nitratos en su elaboración.

Estudios realizados, muestran resultados sobre análisis de nitritos y nitratos en productos cárnicos diferentes.

Un estudio realizado en Perú (2016) identificó concentraciones de nitratos y nitritos en hot dog elevadas para la salud humana en estudiantes del 5º y 6º grado de educación

primaria del distrito de Villa el Salvador, siendo los resultados para nitritos 176,96 ppm y nitratos 530,31 ppm en promedio; los cuales superan los valores establecidos por el Codex Alimentarius e Indecopi.<sup>8</sup>

Un estudio realizado en Brasil (2016), identificaron concentraciones de nitrato y nitrito en salchichas vendidas al sur de dicho país. Obtuvieron niveles superiores para nitritos 40,3 % (29) y nitratos 50,0 % (36) a los establecidos por su legislación, nitritos (150 mg/kg); nitratos (300 mg/kg).<sup>9</sup>

La industria de embutidos continúa en ascenso en Perú. De acuerdo al Ministerio de Agricultura (MINAGRI), la salchicha, el hot dog, la jamonada, el jamón y la hamburguesa fueron los segmentos que más producción generaron en los últimos años.<sup>10</sup>

Por otra parte, en lo que respecta a la venta de embutidos por regiones, Lima es la ciudad que consume más salchicha y hot dog. Las salchichas más consumidas en Perú son de marcas San Fernando, Otto Kunz, Braedt, La Segoviana.<sup>11</sup>

Según el Instituto Nacional de Estadística e Informática (INEI), Lima cuenta con 44,0 % de mercados de abastos a nivel nacional, de los cuales el distrito de San Juan de Lurigancho presenta la mayor concentración de 123 mercados que corresponde el 11,0%<sup>12</sup>; concentrándose gran cantidad de población en el Mercado La Unión, es por esto que las muestras serán recolectadas de dicho mercado. Las salchichas al ser refrigeradas la concentración de nitritos aumentan por acción de bacterias nitrificantes, y al ser fritas aumenta la formación de Nitrosaminas, pudiendo llegar a ser tóxico para la salud humana al consumirse<sup>13</sup>.

Los valores máximos para nitritos según el Codex Alimentarius es de 125 ppm<sup>14</sup>, por otro lado, la normativa nacional (INDECOPI) establece valores máximos de 200 mg/kg para nitritos y 500 mg/kg para nitratos.<sup>15</sup> Las salchichas son un producto que, sin un control sanitario de calidad, exponen a la población que lo consume, a riesgo de toxicidad.

La finalidad de nuestro trabajo es determinar la concentración de nitritos y nitratos en salchichas en diferentes momentos (frescas, refrigeradas y fritas), expandidas en el Mercado La Unión de San Juan de Lurigancho, para mediante ello tener una visión general sobre si las industrias alimentarias encargadas de la producción de salchichas están o no cumpliendo con los límites establecidos para la elaboración de productos cárnicos, y en el caso de que esto no se cumpliera, empiece un control en las fábricas de dichos embutidos, así mismo prevenir a la población y evitar daños a la salud como la formación de metahemoglobina en sangre, formación de nitrosaminas que son compuestos mutagénicos y cancerígenos.<sup>2</sup>

## **Formulación del problema:**

¿Cuál será la concentración de nitritos y nitratos en salchichas expandidas en el Mercado La Unión - San Juan de Lurigancho, Octubre-Diciembre 2018?

### **1.1 Objetivos:**

#### **1.1.1 Objetivo General:**

- Determinar la concentración de nitritos y nitratos en salchichas expandidas en el Mercado La Unión - San Juan de Lurigancho, Octubre-Diciembre 2018.

#### **1.1.2 Objetivos Específicos:**

- Identificar la concentración de nitritos en salchichas frescas expandidas en el Mercado La Unión - San Juan de Lurigancho, Octubre-Diciembre 2018.
- Identificar la concentración de nitritos en salchichas refrigeradas expandidas en el Mercado La Unión - San Juan de Lurigancho, Octubre-Diciembre 2018.
- Identificar la concentración de nitritos en salchichas fritas expandidas en el Mercado La Unión - San Juan de Lurigancho, Octubre-Diciembre 2018.
- Identificar la concentración de nitratos en salchichas frescas expandidas en el Mercado La Unión - San Juan de Lurigancho, Octubre-Diciembre 2018.
- Identificar la concentración de nitratos en salchichas refrigeradas expandidas en el Mercado La Unión - San Juan de Lurigancho, Octubre-Diciembre 2018.
- Identificar la concentración de nitratos en salchichas fritas expandidas en el Mercado La Unión - San Juan de Lurigancho, Octubre-Diciembre 2018.

### **1.2 Justificación:**

El presente trabajo de investigación se justifica en los siguientes aspectos:

**Salud:** Prevenir a la población sobre el consumo excesivo de salchichas que contienen aditivos alimentarios (nitritos y nitratos), así como mantener un almacenamiento adecuado, evitando la reducción de nitrato a nitrito producto de la actuación de las bacterias nitrificantes; produciendo daños a la salud como la formación de metahemoglobina en sangre y formación de nitrosaminas que son compuestos mutagénicos y cancerígenos.

**Social:** Informar sobre las concentraciones de aditivos (nitritos y nitratos) presentes en salchichas, así como las consecuencias del consumo excesivo de dichos componentes, mediante la publicación del presente trabajo.

**Económico:** Permitirá reducir los costos en las familias que consumen embutidos en exceso, ya que al brindar esta información moderaran su compra - consumo, que servirá para mejorar su bienestar económico y de salud.

Ante este problema de salud que aqueja a la sociedad se realizó esta investigación que dará a conocer las concentraciones de nitritos y nitratos en salchichas expandidas en el Mercado La Unión - San Juan de Lurigancho, Octubre-Diciembre 2018.

### **1.3 Hipótesis:**

Las concentraciones de nitritos y nitratos en salchichas frescas, sometidas a refrigeración y fritas expandidas en el Mercado La Unión - San Juan de Lurigancho, Octubre-Diciembre 2018, superan los límites máximos establecidos por el Codex Alimentarius e INDECOPI.

## II. MARCO TEÓRICO

### 2.1 Antecedentes:

#### 2.1.1 Antecedentes Internacionales:

**Hentges D, et. al.** (2016)<sup>9</sup> Realizaron la investigación titulada “Concentraciones de nitrito y nitrate en salchichas”, con el objetivo de identificar concentraciones de nitrate y nitrito en salchichas vendidas en la Región del Valle del Taquari/en el estado de Río Grande del Sur (RS), de Brasil y compararlas entre ocho marcas diferentes (A,B,C,D,E,F,G,H), se utilizó el método espectrofotométrico a 540 nm, usando 72 muestras de salchichas el año 2015 entre los meses de junio y agosto, los datos se analizaron mediante las pruebas Chi-cuadrado y ANOVA, con  $p < 0,05$ , los resultados obtenidos fueron para nitritos: En las marcas A(39,5 mg/kg), B(36,7 mg/kg), C(269,5 mg/kg), D(13,7 mg/kg), E(171,8 mg/kg), F(151,6 mg/kg), G(83,9 mg/kg), H(130,3 mg/kg) y nitratos: En las marcas A(92,7 mg/kg), B(124,4 mg/kg), C(641,2 mg/kg), D(140,8 mg/kg), E(650,3 mg/kg), F(723,4 mg/kg), G(306,9 mg/kg), H(432,4 mg/kg). Concluyeron que los niveles de nitritos para las marcas A, B, D y G se encuentran en valores normales y para las marcas C, E, F y H se encuentran elevados ya que según la normativa brasileña los valores máximos son (150 mg/kg) y los valores para nitratos en las marcas A, B y D se encuentran en valores normales y para las marcas C, E, F, G y H se encuentran por encima de los valores máximos (300 mg/kg).

**Kovacevic D, et al** (2016)<sup>16</sup> Realizaron una investigación de título “Cantidad de nitritos y nitratos en los productos cárnicos para el mercado croata”, tuvieron como objetivo determinar las concentraciones de nitratos y nitritos de productos cárnicos (salchichas), se utilizó el método espectrofotométrico enzimático, entre los años 2011 y 2014 con 448 muestras recogidas del mercado Croata, los resultados obtenidos fueron para la concentración de nitratos (130 mg/kg) y para nitritos (42 mg/kg), concluyeron que los niveles de nitratos y nitritos se encuentran por debajo de la legislación “Reglamento (Unión Europea) N° 1129/2011 de la comisión”, que establece valores normales para nitratos (250mg/kg) y nitritos (150 mg/kg).

**Hashim R, et al.** (2016)<sup>17</sup> Realizaron la investigación titulada “Determinación de Nitrito y nitrato, prueba microbiológica en hamburguesas locales de carne, Malasia”, con el objetivo de determinar la cantidad de nitrito y nitrato, en cuatro marcas diferentes de hamburguesas de carne (marca A,B,R,S), se usó el método espectrofotométrico a 540 nm, utilizando 60 muestras de cuatro marcas diferentes de hamburguesas de carne de res en el supermercado Tesco (Shah Alam, Selangor) y se mantuvieron a temperatura de refrigeración (-18°C), los resultados en la concentración de NITRITOS fueron: para la marca A (4,4 mg/kg), B (3,0 mg/kg), R (5,3 mg/kg), S (1,1 mg/kg) y para la concentración de NITRATOS fueron: para la marca A (6,4 mg/kg), B (12,8 mg/kg), R (4,9 mg/kg), S (6,4 mg/kg), concluyeron que los niveles de nitritos y nitratos se encuentran dentro de los valores de referencia (<200 ppm).

**Duarte R, et al.** (2014)<sup>13</sup> Realizaron la investigación de título “Niveles de Concentración de Nitritos y Nitratos en Salchicha y Jamones”, con el objetivo de determinar niveles de concentración de nitritos y nitratos en salchicha y jamones producidos por la Empresa de Alimentos Procesados de Barquisimeto, usaron el método espectrofotométrico a 520 nm para nitratos y 543 nm para nitritos, la investigación fue de campo con un diseño experimental, recolectaron las muestras y fueron llevadas al laboratorio, donde se cortaron en cuatro pedazos de igual tamaño (10 gr.) por cada embutido, dos fueron colocados en la nevera por ocho días a 5°C, y dos colocados a estufa para la deshidratación y su análisis, los resultados obtenidos fueron: para salchichas: Frescas, sin refrigeración: Nitritos (10,23 ug/g) y nitratos (242,55 ug/g); con refrigeración: Nitritos (13,92 ug/g) y nitratos (207,15 ug/g); para Jamones: Frescos, sin refrigeración: Nitritos (12,34 ug/g) nitratos (247,07 ug/g); con refrigeración: Nitritos (17,79 ug/g) y nitratos (234,71 ug/g), concluyeron que los valores de nitritos son menores a los establecidos por la legislación “Comisión Venezolana de Normas Industriales-COVENIN” (120 ug/g) y los valores de nitratos son mayores a los establecidos por la legislación (180 ug/g) en ambos análisis.



### 2.1.2 Antecedentes Nacionales:

**Huanca D, Solís P.** (2016)<sup>8</sup> En su estudio de título “Concentración de nitritos y nitratos en hot dogs de consumo directo por estudiantes del 5° y 6° grado de educación primaria del distrito de Villa el Salvador”, tuvo como objetivo determinar las concentraciones de nitritos y nitratos presentes en los hot dogs de consumo directo que se expenden en dichas instituciones educativas, realizaron un estudio descriptivo, transversal en veintitrés instituciones educativas estatales de Villa el Salvador, usaron el método espectrofotométrico en equipo Spectronic–G Bauch & Lomb, obtuvieron como resultados en promedio para nitritos 176,96 ppm y para nitratos 530,31 ppm, concluyeron que ambas concentraciones de nitritos y nitratos superaron los valores máximos permitidos según el Codex Alimentarius (Nitritos=125 ppm) e Indecopi (nitritos=200 ppm, nitratos=500 ppm).

**Chambi Y.** (2015)<sup>18</sup> En su estudio de título “Evaluación colorimétrica de nitratos en *Spinacia oleracea* L., *Beta vulgaris* L. var. *cicla* y *Lactuca sativa* en la provincia de Tacna, año 2015” tuvo como objetivo evaluar la concentración de nitratos en *Spinacia oleracea* L., *Beta vulgaris* var. *cicla* y *Lactuca sativa* en la provincia de Tacna, el año 2015; uso el método colorimétrico, recolectó 20 muestras de las principales zonas productoras de la provincia de Tacna: Pachía, Calana, Pocollay y la Yarada. Obtuvo como resultados concentraciones elevadas de nitratos en *Spinacia oleracea* L. con un valor máximo de 4,420 g, en *Beta vulgaris* var. *cicla* de 4,022 g y en *Lactuca sativa* 2,190 g; que fueron comparadas con el límite máximo permisible dispuesto por la Food and Agriculture Organization y la Organización Mundial de la Salud. Concluye que de las muestras analizadas no todas se encuentran dentro de los límites máximos permisibles establecido por la Food and Agriculture Organization y la Organización Mundial de la Salud.

**Ramos D, et al.** (2014)<sup>19</sup> Realizaron una investigación de título “Características fisicoquímicas de la salchicha de cerdo del departamento de Tumbes, Perú”, tuvieron como objetivo determinar las características fisicoquímicas de dichas salchichas, durante nueve días fueron almacenadas y analizadas 16 lotes de salchichas; su composición, color y su variación en el

transcurso de los días, las muestras fueron obtenidas en los barrios: Pueblo Joven, el Tablazo y Buenos Aires, y en dos villas de la provincia de Zarumilla (Uña de Gato y Realengal), obtuvieron como resultados humedad (entre 40 y 50%), cociente humedad/proteína (H/P; entre 2,3 y 3,4), porcentaje de grasa (27-34%) y alteraciones organolépticas desde el tercer día, concluyeron que la salchicha elaborada en Tumbes presenta gran variabilidad en su composición química y tiene una vida útil corta (3-6 días)

## **2.2 Bases Teóricas:**

### **2.2.1 Productos y derivados cárnicos:**

### **2.2.2 Embutidos:**

Productos elaborados de grasa y carne, adicionando o no aditivos alimentarios, agregados de origen vegetal o especias, con o sin otros productos o subproductos animales aptos para el consumo humano, se les embute o no en tripas artificiales o naturales.<sup>6,20</sup>

**A. Clasificación:** De acuerdo a si reciben o no tratamiento térmico:

#### **1. Sin Tratamiento térmico:**

a) **Embutidos Crudos:** Son los que en su procesamiento no requieren tratamiento térmico o usan materias primas crudas o curadas. Pueden ser ahumados o no ya que este no se considera dentro del proceso de tratamiento térmico.<sup>20</sup>

#### **2. Con tratamiento térmico:**

a) **Antes de embutir o enmolar:** Son embutidos que reciben tratamiento térmico de cocido o escaldado (80 y 90 ° C) antes de enmolar o embutir.<sup>20</sup>

b) **Después de embutir o enmolar:** Son embutidos que reciben tratamiento térmico de cocido o escaldado (80 y 90 ° C) después de enmolar o embutir. Aquí se encuentran las salchichas.<sup>20</sup>

**B. Requisitos:** Deben cumplir con los siguientes requisitos:<sup>20</sup>

#### **1. Organolépticos:**

- a) **Aspecto:** Deben estar exentos de materias extrañas.
- b) **Sabor:** No deberán estar rancios en ningún caso.
- c) **Olor:** No deberán presentar olores ácidos.
- d) **Color:** Exentos de cualquier coloración extraña.

e) **Textura:** Característica del producto.

**2. Microbiológicos:** Deben cumplir de manera mínima con los siguientes límites microbiológicos<sup>20</sup>:

Recuento de aerobios mesófilos	< 10 <sup>6</sup> NMP/g <sup>1</sup>
Numeración de Escherichia coli	< 10 <sup>2</sup> NMP/g <sup>1</sup>
Numeración de Staphylococcus aureus	< 10 <sup>2</sup> NMP/g <sup>1</sup>
Recuento de Clostridium perfringens	< 10 <sup>2</sup> NMP/g <sup>2</sup>
Detección de Salmonella	Ausencia en 25g.

### C. Transporte y Almacenamiento:

**1. Transporte:** Los embutidos deben ser transportados en unidades isotérmicas o refrigeradas, a fin de mantener una temperatura menor de 8°C a su llegada al punto de comercialización.<sup>20</sup>

**2. Almacenamiento:** Los embutidos deben ser almacenados en cámaras de refrigeración a una temperatura entre los 4°C a 6°C, en estantes convenientemente distribuidos y en condiciones que excluyan la contaminación y/o proliferación de microorganismos, con la finalidad de asegurar las condiciones más óptimas de conservación.<sup>20</sup>

#### 2.2.3 Salchichas:

La salchicha es un embutido tratado por calor, en su elaboración se usan aditivos alimentarios como nitritos y nitratos que actúan como agentes de retención de color y sustancias conservadoras<sup>1</sup>, pero que en exceso ocasionan la formación de metahemoglobina en sangre, así como aumentan la formación de nitrosaminas, que son compuestos mutagénicos y cancerígenos.<sup>2</sup> Está compuesta por carne de cerdo, carne de res, sal, azúcares, aromas, hierbas aromáticas, especias, condimentos, fermentos, agua, hielo, caldo, salmuera.<sup>2</sup>

#### 2.2.4 Aditivos Alimentarios:

Cualquier sustancia que normalmente no se consume como alimento ni se usa como ingrediente característico del mismo, tenga o no valor nutritivo, y cuya adición intencionada al alimento con un fin tecnológico (incluso organoléptico) en la fabricación, elaboración, preparación, tratamiento, envasado, empaçado, transporte o conservación de este, resulta o es de

prever que resulte (directa o indirectamente) en que él o sus derivados pasen a ser un componente de tales alimentos o afecten las características de éstos. El término no comprende los “contaminantes” ni las sustancias añadidas al alimento para preservar o aumentar sus cualidades nutricionales.<sup>1, 17, 21</sup>

#### **2.2.5 Ingestión Diaria Admisible:**

Estimación efectuada por el Comité Mixto FAO/OMS de Expertos en Aditivos Alimentarios (JECFA) de la cantidad de aditivo alimentario, para nitratos (0 - 3,7 mg/kg de peso corporal) y nitritos (0 - 0,07 mg/kg de peso corporal) es decir para una persona que pese 70 kg, la ingesta diaria admisible de nitratos no debería ser superior a 259 mg/día y para nitritos no debería ser superior a 4,9 mg/día.<sup>1, 17</sup>

#### **2.2.6 Justificación del uso de Aditivos:**

Su uso se justifica solo si ofrece alguna ventaja, sin presentar riesgos para la salud de los consumidores, no induce a errores y cumple una o más de las funciones tecnológicas dadas por el Codex<sup>1</sup>:

- a) Conservar la calidad nutricional del alimento.
- b) Proporcionar los ingredientes o constituyentes necesarios para los alimentos fabricados para grupos de consumidores que tienen necesidades dietéticas especiales.
- c) Aumentar la calidad de conservación o la estabilidad de un alimento o mejorar sus propiedades organolépticas.
- d) Proporcionar ayuda en la fabricación, elaboración, preparación, tratamiento, envasado, transporte o almacenamiento del alimento.<sup>1</sup>

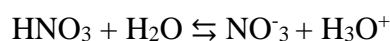
#### **2.2.7 Nitritos y Nitratos:**

##### **A. Funciones:**

Formación y estabilización del color rojo característico de la carne curada, inhibición del crecimiento de bacterias patógenas como *Clostridium botulinum*, contribución al desarrollo del aroma típico de la carne curada, y por último posee un efecto antioxidante, retardando el desarrollo de la rancidez y evitando la aparición de alteraciones de las características sensoriales.<sup>22</sup>

**B. Propiedades Químicas:** El ácido nítrico ( $\text{HNO}_3$ ), se disocia en el agua produciendo iones de nitrato e hidroxonio, a su vez el ion

nitrato ( $\text{NO}_3^-$ ) es la base conjugada del ácido nítrico.



El ion nitrito, como tal, es muy reactivo y se caracteriza por ser tanto oxidante como reductor. Además, es menos estable que el ion nitrato, esto último se le atribuye a que la distribución de su nube electrónica en el caso del nitrato es más homogénea y esta sostenida por cuatro núcleos, a diferencia de los tres del nitrito.<sup>23</sup>

### C. Propiedades Analíticas:

El control analítico de los derivados cárnicos tiene como finalidad asegurarse de que cumplen las especificaciones fijadas por la legislación, es por esto que el análisis separado de nitritos y nitratos es de gran interés, ya que la creciente demanda del consumo de embutidos justifica su análisis.<sup>24</sup>

### D. Fuentes Ambientales:

La presencia natural de nitritos y nitratos en el ambiente se debe al ciclo del nitrógeno, por lo que cualquier alteración antropogénica de este ciclo modificara las concentraciones normales de nitratos y nitritos en el ambiente. Las fuentes ambientales más importantes de nitratos y nitritos son antropogénicas e incluyen<sup>25</sup>:

- El uso de fertilizantes nitrogenados.
- La disposición de excretas.
- La disposición de desechos municipales e industriales.
- El uso de aditivos alimentarios.

Uso de aditivos alimentarios: El uso de nitratos (como fuente de nitritos) y, directamente de nitritos, es frecuente en la elaboración (curado) de derivados de la carne, como salchichas, tocino, y otros embutidos, que deben almacenarse por largo tiempo, y en la conservación de pescado en algunos países.<sup>25</sup> La fuente principal dietética de nitritos son las carnes curadas (70%) de la ingesta alimentaria total de dicha sustancia, según el origen y tipo de carne curada consumida.<sup>26, 27</sup>

**E. Otras Fuentes:** Los vegetales son fuente de más del 70% de los nitratos en una dieta común, aunque rara vez contienen cantidades

de estos que puedan causar efectos tóxicos agudos. Entre los vegetales con mayores concentraciones naturales de nitratos están la lechuga, la coliflor, espinaca y brócoli, así como los tubérculos de raíces comestibles. Durante la cocción de los vegetales parte de los nitratos presentes pasa al agua, lo que puede reducir el riesgo que representan, sin embargo, esto no ocurre si esta agua se utiliza para preparar los alimentos.<sup>25</sup>

### 2.2.8 Uso de Nitritos y Nitratos en Productos Cárnicos:

El color rojo característico de los productos cárnicos crudos curados se produce como consecuencia de la formación del pigmento nitrosomioglobina (NOMb). Figura 1

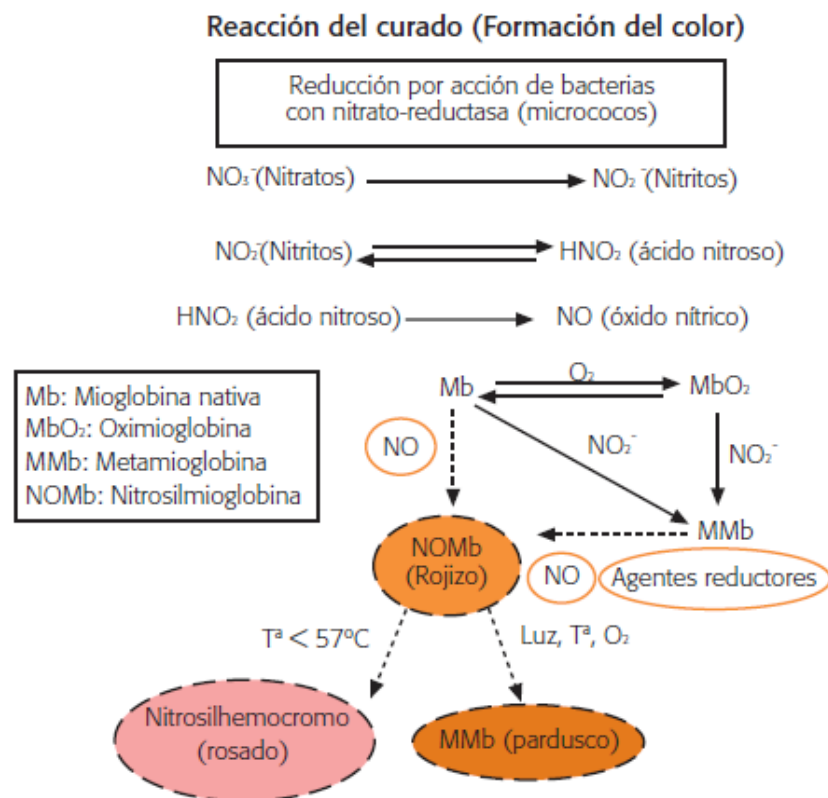


Figura 1: Reacción del curado

Fuente: Ventanas S, *et al.* 2004

A partir del nitrito, y en condiciones favorables, se origina óxido nítrico que es el componente activo que se combina con la mioglobina del músculo para formar la NOMb.<sup>22</sup>

El óxido nítrico es un compuesto altamente reactivo con el oxígeno y ciertos radicales. La NOMb es inestable en presencia de aire y puede

oxidarse dando lugar al pigmento nitrosometamioglobina.

En el caso de los productos cárnicos cocidos, la elevada temperatura determina la transformación de la NOMb en nitrosilhemocromo o nitrosoferrohemocromo, pigmento responsable del color rosado de este tipo de productos.<sup>22</sup>

El nitrito añadido inicialmente cumple una función conservadora frente a *C. botulinum*, mientras que los nitratos actúan como un “reservorio” al ir reduciéndose paulatinamente a nitritos.<sup>22</sup>

### 2.2.9 Toxicología de Nitritos y Nitratos:

**Toxicodinamia:** Los nitritos se engloban en el grupo 2A del IARC, como probablemente cancerígenos para el ser humano, por la formación endógena de N-nitrosocompuestos.<sup>3</sup> Estudios clínicos y epidemiológicos en el ser humano han demostrado que la manifestación principal tóxica debido a la ingestión de nitritos e indirectamente de nitratos, es la metahemoglobinemia.<sup>28, 29</sup>

El principal mecanismo de toxicidad de nitrito es la oxidación de ión ferroso ( $\text{Fe}^{2+}$ ) en la desoxihemoglobina a ión férrico ( $\text{Fe}^{3+}$ ) lo que produce la metahemoglobina la cual no puede unirse de manera reversible al oxígeno ni transportarlo.<sup>25</sup> Excesivos niveles de absorción o formación de nitritos y la formación de óxido nítrico también puede resultar en metahemoglobinemia.<sup>30</sup>

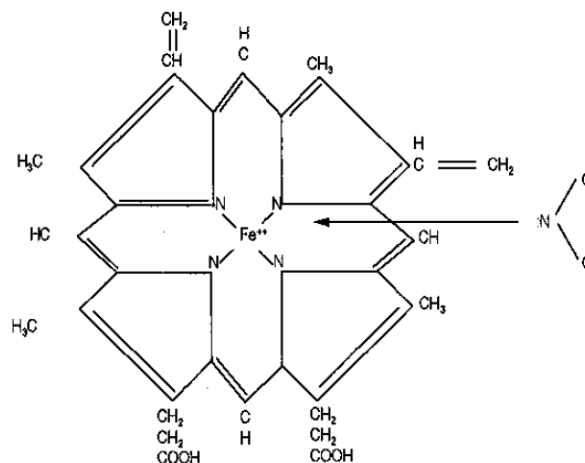


Figura 2: Formación de metahemoglobina

Fuente: Modificado de García Roché *et al.* 1994

Los signos clásicos de metahemoglobinemia son la cianosis que no responde a suministro de oxígeno y el color chocolate de la sangre. Afecta

al tronco y la porción proximal de las piernas, así como las extremidades distales y membranas mucosas, esto se observa generalmente a concentraciones de 10 – 15 % de la hemoglobina total.<sup>25</sup>

Niveles de 20-50 % presentan signos y síntomas hipóxicos, como debilidad, disnea de esfuerzo, cefalalgia, taquicardia y pérdida del conocimiento. No se conoce la dosis letal de metahemoglobina, pero niveles superiores de 50 % pueden causar la muerte.<sup>30</sup>

**Toxicocinética:** En humanos el nitrato al ser ingerido, se absorbe rápidamente en el intestino delgado y se distribuye en el organismo, el nitrato llega al intestino grueso a través de la sangre y ahí se convierte rápidamente en parte por los microorganismos fecales en nitrito, el cual es muy reactivo y se absorbe a la sangre. Esta reducción requiere la acción de la nitrato reductasa, enzima presente en las plantas y en varios organismos.<sup>25,30</sup>

El nitrato también se puede convertir en nitrito en la saliva, como resultado de la reducción bacteriana; esta transformación depende de la microflora oral y de las características de la dieta. La exposición oral a altas concentraciones de nitratos causa aumentos importantes en la concentración de nitritos en la saliva. En cuanto a los nitritos, se absorben por difusión a través de la mucosa gástrica y la pared intestinal.<sup>25</sup> Después de la absorción, tanto nitratos como nitritos se distribuyen con rapidez a todos los tejidos.<sup>25</sup>

Una vez en la sangre, el nitrito reacciona con el ión ferroso ( $\text{Fe}^{2+}$ ) de la desoxihemoglobina, formando metahemoglobina en la cual el se encuentra en estado férrico ( $\text{Fe}^{3+}$ ), por lo que es incapaz de transportar el oxígeno.<sup>25</sup>

En el hígado, los nitratos se convierten rápidamente en metabolitos desnitrogenados y nitritos inorgánicos, los cuales son excretados con la orina. Así, entre el 60 y el 70% de la dosis de nitratos ingerida se excreta con la orina durante las primeras 24 horas. Cerca del 25% se excreta en la saliva, a través de un sistema activo de transporte sanguíneo del nitrato y puede reabsorberse. Las vidas medias de los compuestos que contienen nitratos son, usualmente, de menos de una hora y las de los metabolitos fluctúan entre 1 y 8 horas. Se ha demostrado que parte del nitrato se puede excretar a través de la leche humana.<sup>25</sup>



### **2.2.10 Efectos Adversos del uso de nitritos y nitratos:**

Un problema asociado, que aún está sujeto a controversia, es la posibilidad de que los nitritos que se usan como aditivos alimentarios reaccionen *in vivo* con las aminas de las proteínas y formen nitrosaminas (derivados N-nitroso), las cuales son carcinogénicas. Las siguientes condiciones favorecen la reducción de nitratos a nitritos<sup>25</sup>:

- pH elevado en el estómago.
- Cierta flora microbiana intestinal.
- Aclorhidria gástrica.
- Algunas enteritis graves.

A menos que existan estas condiciones, el nitrato ingerido se metaboliza y excreta sin producir efectos adversos aparentes.<sup>25</sup>

Hay dos tipos fundamentales de metahemoglobinemia: la primaria o congénita, que es hereditaria, y la secundaria (aguda, inducida o adquirida) que es producida por sustancias tóxicas. Esta puede deberse a diversos compuestos capaces de oxidar la hemoglobina como los nitritos, anilinas, derivados sulfamídicos, acetanilidas y fenacetinas tienen esta capacidad.<sup>25</sup>

### **2.2.11 Necesidad Tecnológica de Nitritos y Nitratos:**

El Comité Mixto FAO/OMS de Expertos en Aditivos Alimentarios (JECFA) y La Autoridad Europea para la Seguridad Alimentaria (EFSA) mencionan que nitritos y nitratos se usan por su efecto conservante (sobre todo en *Clostridium botulinum* ya que esta puede producir botulismo) y la fijación del color en algunos alimentos procesados.<sup>27</sup> El nitrito atribuye un deseable sabor específico de curado, además presenta un efecto antioxidante retrasando la rancidez del producto.<sup>31, 32</sup>

Los nitratos sirven como depósito para la generación de nitrito, especialmente en productos que requieren procesos largos de maduración.<sup>32</sup>

### **2.2.12 Normas Legales del empleo de Nitritos y Nitratos:**

En nuestro país, la Norma Técnica Nacional vigente dada por INDECOPI, establece en relación al empleo de Nitrito sódico y de Nitrato sódico o potásico, como conservantes y fijadores del color en las carnes y productos cárnicos lo siguiente: que se limita las cantidades residuales a no más de

200 ppm de nitrito de sodio en el producto cárnico terminado y a no más de 500 ppm de nitrato de sodio o potasio en el producto cárnico terminado<sup>18</sup>, por otro lado la Ley General de Salud cuenta con un Reglamento sobre Vigilancia y Control Sanitario de los Alimentos y Bebidas (Decreto Supremo N° 007-98-SA, Septiembre de 1998) el cual constituye la determinación de los parámetros legales a los cuales deben sujetarse la industria y el comercio en cuanto a higiene alimentaria.<sup>33</sup>

#### **2.2.13 Nitrosaminas:**

El uso de nitritos y nitratos en los alimentos, puede llevar a la formación de N nitrosos en los mismos alimentos durante su elaboración o almacenamiento.<sup>34</sup>

La formación de N-nitrosamina requiere aminas libres, que pueden generarse durante el envejecimiento y la fermentación de la carne. Además, para la formación de N-nitrosamina, el pH en la carne debe ser lo suficientemente bajo o debe haber presentes iones metálicos con el fin de formar  $\text{NO}^+$ , el agente activo en la formación de N-nitrosaminas.<sup>35</sup>

Compuestos N-nitrosos también pueden generarse durante el calentamiento en el hogar de los productos cárnicos curados. La formación de compuestos N-nitrosos en el horneado y fritura de productos cárnicos curados es compleja, debido a que al freír y hornear carne procesada se observaron en distintos compuestos N-nitrosos diversos efectos (reducción o aumento de la concentración de compuestos N-nitrosos).

Además, pueden formarse compuestos N-nitrosos endógenamente en el tracto gastrointestinal cuando hay presentes tanto nitrito como compuestos nitrosables, tales como las aminas, en concentraciones altas.<sup>35</sup>

#### **2.2.14 Uso de Embutidos en Perú:**

Luego que la Organización Mundial de la Salud (OMS) calificara la carne procesada como cancerígena en 2015<sup>4-6</sup>, el consumo de embutidos cayó en el Perú, como lo indican las estadísticas. Sin embargo, ha tenido una recuperación en el 2016.

El principal producto de categoría, la salchicha se contrajo en volumen de ventas entre octubre y diciembre del 2015 de 53% a 49%, y perdió 10% de penetración. Sin embargo para el último trimestre del 2016, las ventas de carnes procesadas alcanzaron 2,6 millones más que el 2015 en términos de

valor. El comunicado de la OMS tuvo un impacto en los niveles socio económico medio bajos de Lima, hogares que tienen un mayor acceso a este tipo de comunicaciones. No obstante, estos son los sectores que hoy más consumen estos productos.<sup>36</sup>

El consumo de carne en Perú es el más bajo de la región, 5 kilos 200 gramos al año por persona, muy por debajo de los 17 kilos de Ecuador y más de los 60 kilos de Argentina y Uruguay. Finalmente los limeños son los que más consumen carnes rojas y embutidos, seguido de la región del Sur del país y al último la región norte.<sup>37</sup>

#### **2.2.15 Efecto de la Temperatura sobre embutidos:**

El empleo de nitritos y nitratos debe ser regulado ya que el exceso produce en los alimentos un conjunto de reacciones en cadena con las aminas y metilaminas de los músculos que acaba con la formación de nitrosaminas (agentes cancerígenos). Este compuesto aparece al freír la carne a altas temperaturas: fritura en aceite o medios grasos.<sup>38</sup>

Los nitratos ingeridos se pueden transformar en nitritos y estos reaccionan con los aminoácidos presentes en el estómago, dando lugar a la formación de nitrosaminas, sustancias con efecto cancerígeno. Además, al cocinar los productos cárnicos con nitritos añadidos a altas temperaturas también se pueden formar nitrosaminas.<sup>38</sup>

La transformación de nitratos a nitritos se efectúa por la acción de una enzima, la nitrato reductasa, que está presente en las plantas (como parte integrante de su metabolismo) y en las bacterias. Estas bacterias están presentes en la flora de la cavidad bucal, con pH comprendido entre 6 y 6,4. Muchas especies de microorganismos presentes en el tracto gastrointestinal tienen actividad nitrato reductasa, pero esta reducción a nitritos sólo es posible cuando coexisten condiciones patológicas tales como aclorhidria gástrica o algunas enteritis graves que ocasionan el desarrollo de una flora nitrogenada muy activa, con el consiguiente incremento de las concentraciones de nitrito gástrico.<sup>30, 39</sup>

Los alimentos contienen naturalmente diversas aminas a partir de las cuales pueden formarse compuestos N-nitroso. Cabe añadir que se pueden formar aminas heterocíclicas, fundamentalmente piridinas y pirazinas, durante su cocinado, resultantes de la reacción de Maillard en las que

participa activamente la creatinina. El agente nitrosante necesario para la formación de N-nitrosaminas procede de la reacción del ion nitrito ( $\text{NO}_2^-$ ) con protones del medio, convirtiéndose en ácido nitroso ( $\text{HNO}_2$ ) que, al igual que el nitrito, no tiene capacidad nitrosante pero es el intermediario de la formación de los verdaderos agentes activos: trióxido de nitrógeno ( $\text{N}_2\text{O}_3$ ; reaccionante en la mayoría de los casos), tetróxido de nitrógeno ( $\text{N}_2\text{O}_4$ ) y los iones nitroso ( $\text{H}_2\text{O}^+\text{NO}$  y  $\text{NO}^+$ ).<sup>40</sup> La formación de N-nitrosaminas depende de múltiples factores. Entre ellos:

- Temperatura, la formación de compuestos N-nitroso aumenta con el incremento de la temperatura y del tiempo de exposición. Durante los tratamientos térmicos se potencia la liberación de aminoácidos y aminas susceptibles de ser nitrosados.<sup>40</sup>
- pH del medio, próximo también al pH del estómago humano, lo que explicaría la formación de compuestos N-nitroso (nitrosaminas y nitrosamidas) in vivo a partir de los precursores ingeridos.<sup>40</sup>
- Tipo de amina, la velocidad de formación de N-nitrosaminas a pH óptimo depende también de la basicidad de la función amina implicada, existiendo una relación inversa entre ese carácter y la generación del compuesto N-nitroso. Cabe añadir que el contenido de aminas de los alimentos condiciona también la formación de N-nitrosaminas, ya que, al parecer, existe una concentración mínima por encima de la cual el rendimiento es más elevado, siendo éste límite dependiente del tipo de amina y se estima en unos 1.000 mg/kg para la pirrolidina y unos 2.000 mg/kg para la dimetilamina.<sup>40</sup>

### 2.3 Definición de Términos:

- **Norma técnica peruana (NTP):** documento(s) que contienen especificaciones de calidad de procesos, servicios y productos.<sup>41</sup>
- **CODEX ALIMENTARIUS:** Del latín, “legislación alimentaria” o “código alimentario” Junta normas alimentarias internacionalmente adoptadas.<sup>42</sup>
- **Aditivos Alimentarios:** sustancia usada en alimentos, con o sin valor nutritivo, normalmente no se consume como alimento y es añadido para mejorar sus fines tecnológicos.<sup>17</sup>

### III. MATERIALES Y MÉTODO

#### 3.1 Tipo de Investigación:

Descriptivo, Transversal.

#### 3.2 Población y muestra de estudio:

##### 3.2.1 Población:

###### Para determinación de nitritos y nitratos:

Salchichas de marcas San Fernando, Otto Kunz, Braedt, La Segoviana, Tuxa; compradas en el Mercado La Unión – AA. HH. Arriba Perú de San Juan de Lurigancho.

##### 3.2.2 Muestra:

###### Tamaño de muestra:

En el presente trabajo se utilizó la siguiente ecuación para determinar el número de unidades a considerar:

$$n = \frac{2(Z_{\alpha} + Z_{\beta})^2 s^2}{d^2}$$

El cual se usa para comparar promedios

###### Dónde:

$Z_{\alpha} = 1.96$  Es una constante de la distribución Normal usada para que la estimación tenga un nivel de seguridad o confianza del 95%

$Z_{\beta} = 0.84$  Es una constante de la distribución Normal usada para que la potencia de la prueba sea del 80%

$d = 2$  mg/Kg es la precisión o diferencia mínima entre los promedios de los grupos que queremos detectar (\*refrigeradas, \*\*fritas, \*\*\*frescas).

$S = 2.10$  mg/Kg, Es la desviación estándar esperada de nitrito.

$S = 1.9$  mg/Kg, Es la desviación estándar esperada de nitrato.

Obtenida de Alves E, *et al.* (2012) Determination of Nitrite and Nitrate in Brazilian Meats. Using High Shear Homogenization.<sup>43</sup>

Reemplazando tenemos:

###### Para nitrito:

$$n = \frac{2(1.96 + 0.84)^2 2.1^2}{2^2} = 17$$

###### Para nitrato:

$$n = \frac{2(1.96 + 0.84)^2 1.9^2}{2^2} = 14$$

Luego el tamaño mínimo de la muestra que garantiza detectar diferencias significativas de 2 mg/kg con un nivel de significancia del 5% es de 17 unidades para la medición de nitritos y 14 unidades para la medición de nitrato por cada grupo (refrigerada, frita, fresca). Por lo tanto, en el presente se trabajaron con 25 unidades elementales por cada grupo (refrigeradas, fritas, frescas) lo cual totaliza 75 unidades elementales y en cada unidad se realizaron dos mediciones pareadas (nitrito y nitrato) con lo cual se obtendrán 150 mediciones.

\*Refrigeradas (5°C por 8 días);

\*\*Fritas (60°C)

\*\*\*Frescas (Salchicha al momento de abrir su empaque).

### **3.2.3 Variables:**

#### **3.2.3.1 Independiente:**

Salchichas

#### **3.2.3.2 Dependiente:**

Concentración de Nitritos y Nitratos.

### **3.2.4 Criterios de Inclusión:**

#### **Para determinación de nitritos y nitratos:**

- Salchichas de marcas San Fernando, Otto Kunz, Braedt, La Segoviana, Tuxa, compradas en el Mercado La Unión – AA. HH. Arriba Perú de San Juan de Lurigancho.
- Propiedades organolépticas de las salchichas (dentro de la coloración, sin residuos).

### **3.2.5 Criterios de Exclusión:**

#### **Para determinación de nitritos y nitratos:**

- Salchichas de marcas diferentes a San Fernando, Otto Kunz, Braedt, La Segoviana, Tuxa.
- Propiedades organolépticas de las salchichas (fuera de la coloración, con residuos).

## **3.3 Instrumentos, técnicas y procedimientos de recolección de datos:**

Se recolectaron 75 salchichas del Mercado La Unión, de las cuales 25 fueron sometidas a refrigeración (5°C), 25 fueron fritas (60°C) y 25 analizadas frescas (al momento de abrir su empaque), se analizaron según los métodos: NTP-ISO 2918:2006 (revisada 2015): Carne y productos cárnicos. Determinación del contenido de nitritos. Método de referencia; NTP-ISO 3091:2005 (revisada 2015):

Carne y productos cárnicos. Determinación del contenido de nitratos. Método de referencia.

### **3.3.1 Procesamiento de datos:**

Las observaciones realizadas en el laboratorio fueron anotadas en el instrumento de recolección de datos, luego estas fichas fueron registradas en una hoja de Microsoft Excel 2016 la cual constituyó la base de datos. Luego de verificar la consistencia de esta información se procedió a exportarlos a un fichero de SPSS versión 24.0 para su análisis estadístico correspondiente.

### **3.3.2 Análisis de datos:**

Mediante el Software estadístico SPSS v. 24.0 para Windows se construyeron tablas de frecuencia simple y doble para el porcentaje de mediciones que cumplen con los parámetros establecidos en las normas nacionales, estos resultados se acompañaron de diagramas de barras. También se calcularon estadísticas descriptivas para las concentraciones de nitrito y nitrato (media, desviación estándar y valores extremos) y se ilustraron mediante diagramas de cajas, además se realizó una estimación por intervalos al 95% de confianza para los promedios. Finalmente se realizaron las comparaciones mediante pruebas t de student a un nivel de significancia del 5% y ANOVA.

En las ilustraciones se usaron el Excel debido a su mayor versatilidad. Por último, todo fue editado con Word Office 2016.

### **3.3.3 Toma de Muestra:**

Las muestras de salchichas fueron recolectadas de forma aleatoria del mercado La Unión de San Juan de Luriganchó, durante los meses de Octubre-Diciembre. Se tomaron 25 salchichas de marcas San Fernando, Otto Kunz, Braedt, La Segoviana, Tuxa; de peso de 1kg para cada marca aproximadamente, fueron colocadas en un cooler con refrigerante y transportadas al laboratorio de la Universidad Norbert Wiener donde fueron sometidas a refrigeración a 5°C por 8 días; posteriormente se recolectaron un total de 50 muestras (salchichas) de marcas San Fernando, Otto Kunz, Braedt, La Segoviana, Tuxa; de peso de 2kg para cada marca aproximadamente, se colocaron en un cooler con refrigerante y fueron transportadas inmediatamente al laboratorio de toxicología de la Universidad Norbert Wiener; donde 25 de ellas fueron fritas a una temperatura de 60°C y posteriormente se analizaron las 75 muestras, según Organigrama del método

de la determinación de nitritos y nitratos NTP-ISO 2918 2006 (revisada 2015) e NTP-ISO 3091 2005 (revisada 2015).

### **3.4 Materiales, Equipos y Reactivos:**

#### **Materiales:**

- Matraz (250 mL, 300 mL) Pyrex
- Pipetas volumétricas y graduadas (5 mL, 10 mL, 20 mL, 25 mL) Pyrex
- Papel filtro libre de nitratos y nitritos - whatman
- Beackers (50 mL, 100 mL, 250 mL, 500 mL, 1000 mL) Pyrex
- Matraces: volumétricos (100 mL, 200 mL, 1000 mL), Kitazato (250 mL) Pyrex
- Embudo: Buchner, estriado de tallo corto Pyrex
- Guantes quirúrgicos N°6.5 y 7 (3M)
- Mascarillas 3M N95
- Gorros 3M

#### **Equipos:**

- Refrigerador LG
- Balanza Analítica OHAUS
- Potenciómetro WTW
- Licuadora marca Óster
- Equipo de vidrio (pyrex)
- Bomba de vacío de alta presión
- Cocinilla eléctrica CAT
- Agitador magnético VELP
- Espectrofotómetro UV Visible WPA modelo biowave II

#### **Reactivos:**

- Ferrocianuro de potasio trihidratado [K<sub>4</sub>Fe(CN)<sub>6</sub>·3H<sub>2</sub>O]
- Acetato de zinc dihidratado [Zn(CH<sub>3</sub>COO)<sub>2</sub>·2H<sub>2</sub>O]
- Ácido acético glacial
- Tetraborato disódico decahidratado (Na<sub>2</sub>B<sub>4</sub>O<sub>7</sub>·10H<sub>2</sub>O)
- Sulfato de cadmio octohidratado (CdSO<sub>4</sub>·8H<sub>2</sub>O)
- Ácido etilendiamino tetra-acético sal disódico dihidratado [CH<sub>2</sub>N(CH<sub>2</sub>COOH)CH<sub>2</sub>COONa]<sub>2</sub>·2H<sub>2</sub>O
- Amonio concentrado



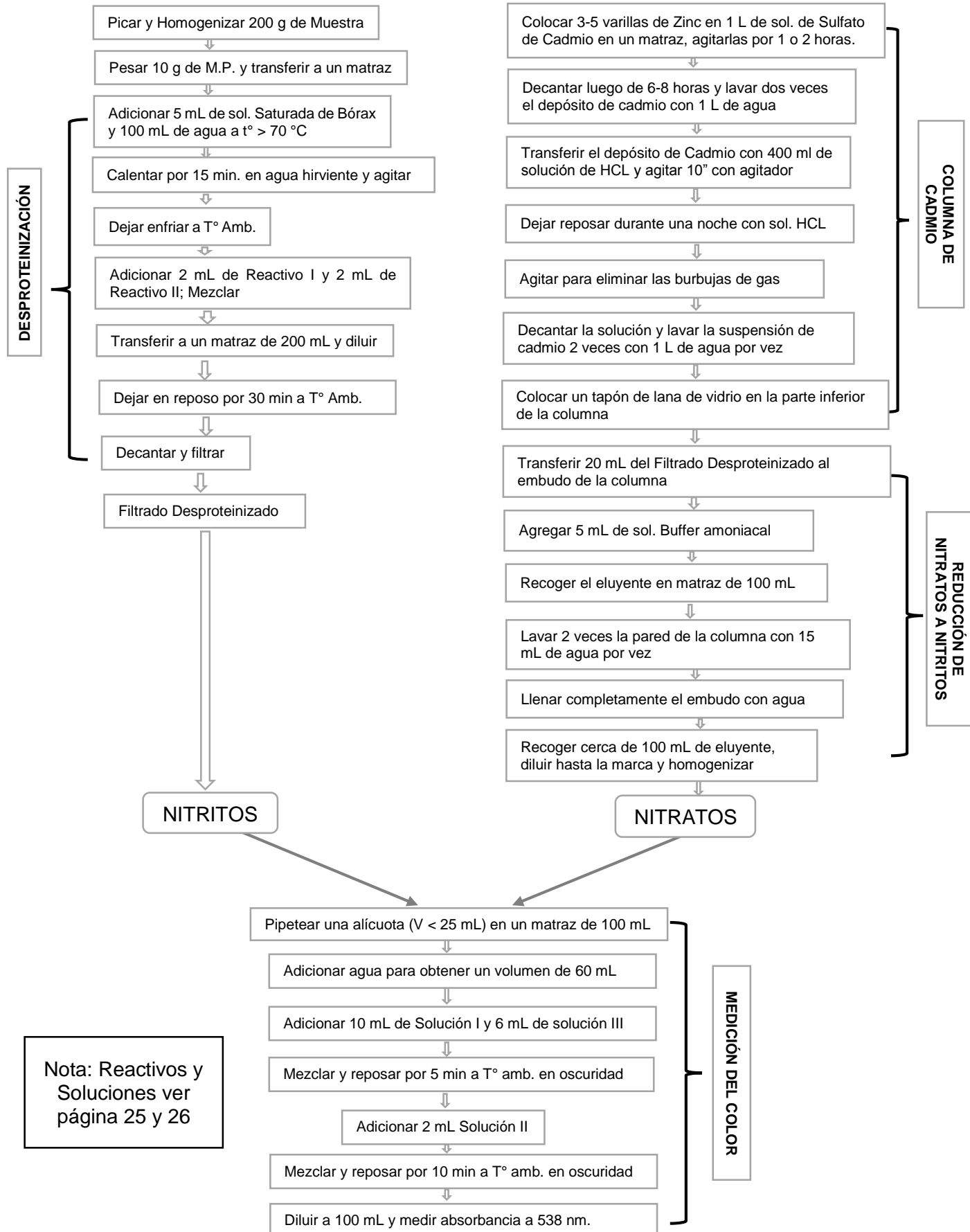
- Nitrito de sodio ( $\text{NaNO}_2$ )
- Sulfanilamida ( $\text{NH}_2\text{C}_6\text{H}_4\text{SO}_2\text{NH}_2$ )
- Dihidrocloruro de N-1-naftiletildiamida  
( $\text{C}_{10}\text{H}_7\text{NHCH}_2\text{CH}_2\text{NH}_2 \cdot 2\text{HCl}$ )
- Nitrato de potasio ( $\text{KNO}_3$ )
- Ácido clorhídrico concentrado 0,1 N

### **3.5 Método:**

- NTP-ISO 2918:2006 (revisada 2015): Carne y productos cárnicos. Determinación del contenido de nitritos. Método de referencia.<sup>44</sup>
- NTP-ISO 3091:2005 (revisada 2015): Carne y productos cárnicos. Determinación del contenido de nitratos. Método de referencia.<sup>45</sup>

# ORGANIGRAMA DEL MÉTODO DE LA DETERMINACIÓN DE NITRITOS Y NITRATOS

SEGÚN LAS NTP-ISO 2918 2006 (revisada 2015) e NTP-ISO 3091 2005 (revisada 2015)



### 3.5.1 **Determinación del contenido de Nitritos:**

Se usó el método de la Norma Técnica Peruana NTP-ISO 2918 2006 (revisada 2015): Carne y productos cárnicos. Determinación del contenido de nitritos, éste es un método recomendado por el Codex Alimentarius.

#### **MÉTODO DE REFERENCIA NTP ISO 2918:2006 <sup>44</sup>**

Contenido de nitrito en carne y productos cárnicos: Es el contenido de nitrito determinado de acuerdo al procedimiento descrito en la NTP y es expresado como miligramos de nitrito de sodio por kilogramo (partes por millón o ppm).

**Fundamento:** Se basa en la extracción de una porción a ensayar con agua caliente, la precipitación de las proteínas y filtración. En presencia de nitrito, se desarrolla un color rojo por adición de sulfanilamida y de N-1-naftiletildiamina dihidroclórica al filtrado y la medida fotométrica a una longitud de onda de 538 nm.

**Reactivos:** Deben ser de calidad analítica. El agua usada debe ser agua destilada o por lo menos, agua de pureza equivalente.

#### **A. Soluciones para precipitación de proteínas.**

##### **Reactivo I**

Disolver 106 g de ferrocianuro de potasio trihidratado en agua y diluir a 1000 mL.

##### **Reactivo II**

Disolver 220 g de acetato de zinc dihidratado en agua, se agrega 30 mL de ácido acético glacial y diluir a 1000 mL.

#### **B. Solución saturada de Bórax.**

Disolver 50 g de tetraborato disódico decahidratado en 1000 mL de agua tibia y enfriar a temperatura ambiente.

#### **C. Solución estándar de nitrito de sodio.**

Disolver 1,000 g de nitrito de sodio ( $\text{NaNO}_2$ ) en agua y diluir a 100 mL a la marca en un matraz volumétrico. Pipetear 5 mL de la solución en un matraz volumétrico de 1000 mL. Diluir a la marca. Preparar una serie de soluciones estándares a partir de esta solución, pipeteando 5 mL, 10 mL y 20 mL a un matraz volumétrico de 100 mL y diluir a la marca con agua. Estas soluciones estándares deben contener

respectivamente, 2,5 ug; 5,0 ug y 10,0 ug de nitrito de sodio por mililitro. Las soluciones estándares y la solución diluida del nitrito de sodio (0.05g/L) a partir de las cuales éstas son preparadas deben ser hechas el mismo día de uso.

**D. Soluciones necesarias para el desarrollo del color.**

**Solución I**

Pesar 2 g de sulfanilamida y agregar 800 mL de agua, calentar en baño de agua hasta disolución total. Enfriar, filtrar si es necesario y agregar, con agitación continua 100 mL de solución de ácido clorhídrico concentrado (Densidad 20 °C = 1,19 g/mL). Diluir a 1000 mL con agua.

**Solución II**

Disolver 0,25 g de N-1 naftiletilendiamina (NED) dihidroclorhídrica en agua. Diluir a 250 mL con agua.

**Solución III**

Diluir 445 mL de solución de ácido clorhídrico concentrado (Densidad 20 °C = 1,19 g/mL) a 1000 mL con agua.

Almacenar las soluciones en botellas de color ámbar y tapar bien. Se deberá mantener en refrigeración, por no más de una semana.

**PROCEDIMIENTO:**

**Preparación de la muestra para el ensayo.**

Homogeneizar la muestra pasándola como mínimo dos veces por la licuadora y mezclar bien. Guardarla en un envase, cerrado herméticamente y bajo refrigeración. Analizar la muestra de ensayo tan pronto como sea posible, pero siempre dentro de las 24 horas.

**Porción de ensayo:**

Pesar 10 g de la muestra de ensayo con una aproximación de 0,001 g.

**DESPROTEINIZACIÓN:**

1. Transferir la porción de ensayo cuantitativamente a un matraz erlenmeyer de 300 mL y adicionar sucesivamente 5 mL de solución saturada de bórax y 100 mL de agua a una temperatura no menor a 70 °C.

2. Calentar el matraz por 15 minutos en baño de agua hirviente y agitar repetidamente.
3. Dejar enfriar el matraz y su contenido a temperatura ambiente y adicionar sucesivamente 2 mL del reactivo I y 2 mL del reactivo II. Mezclar completamente después de cada adición.
4. Transferir el contenido a un matraz volumétrico de 200 mL, diluir a la marca con agua y mezclar. Dejar en reposo por 30 min. a temperatura ambiente.
5. Decantar cuidadosamente el líquido sobrenadante y filtrar a través del papel de filtro a fin de obtener una solución clara.

**Nota:** Si se desea determinar el contenido de nitratos y nitritos en la muestra, puede usarse el filtrado desproteinizado para ambos.

#### **MEDIDA DE COLOR:**

1. Pipetear una alícuota de la porción del filtrado no mayor de 25 mL de filtrado anterior a un matraz volumétrico de 100 mL, registrar “v”. Agregar agua hasta obtener un volumen de 60 mL.
2. Adicionar 10 mL de la solución I, seguida por 6 mL de la solución III mezclar y dejar la solución por 5 min. a temperatura ambiente en la oscuridad.
3. Adicionar 2 mL de la solución II mezclar y dejar la solución de 3 a 10 minutos a temperatura ambiente en la oscuridad. Diluir a la marca con agua.
4. Medir la absorbancia de la solución en una celda de 1 cm. usando un espectrofotómetro a una longitud de 538 nm.

**NOTA:** Si la absorbancia de la solución coloreada obtenida de la porción de ensayo excede a la obtenida por la solución estándar con la mayor concentración, repetir la operación descrita en el apartado Medida de Color, reduciendo la cantidad del filtrado pipeteado.

#### **CURVA DE CALIBRACIÓN:**

1. Pipetear en 4 matraces volumétricos de 100 mL, 10 mL de agua y 10 mL de cada una de las tres soluciones estándares de nitrito de sodio

conteniendo respectivamente 2,5; 5,0 y 10,0 ug de nitrito por mL.

- Adicionar agua a cada matraz volumétrico para obtener un volumen de 60 mL aproximadamente y proceder como se describe anteriormente en la medida del color.

Lectura de las Absorbancias de las soluciones estándares de Nitrito de sodio.

Solución Estándar Nitrito de Sodio	Concentración ug/mL	Absorbancia (nm)
Blanco	0,0	0,000
Sol. Estándar 1	2,5	0,091
Sol. Estándar 2	5,0	0,182
Sol. Estándar 3	10,0	0,345

- Graficar la curva de calibración ploteando las absorbancias medidas versus las concentraciones de la solución estándar, en microgramos por mililitro.
- Luego de hacer el cálculo de regresión lineal se tiene la siguiente gráfica de la curva de calibración:

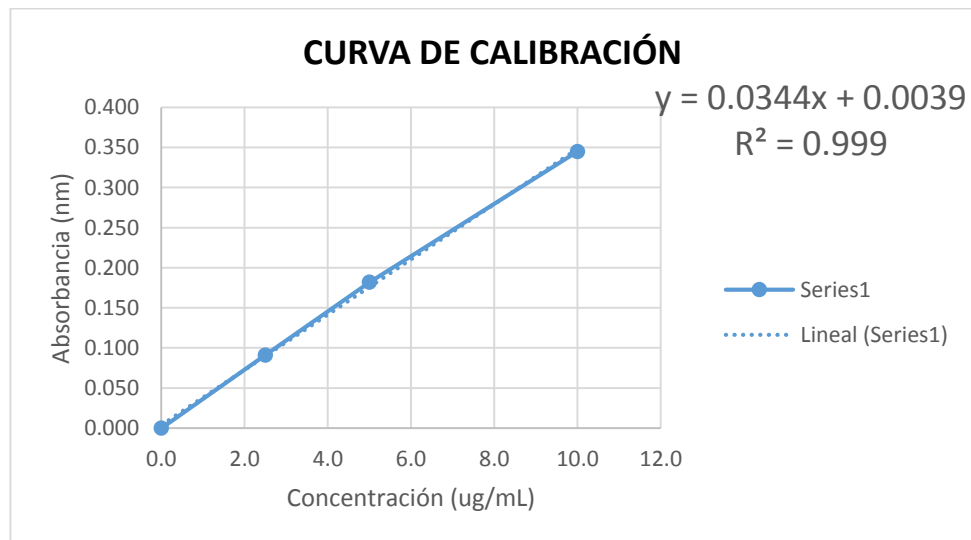


Figura 3: Curva de Calibración de Nitritos

## **EXPRESIÓN DE RESULTADOS**

### **Método de cálculo y fórmula**

Expresada como miligramos de nitrito de sodio por kilogramo usando la fórmula:

$$NaNO_2 = C \times \frac{2000}{M \times V}$$

M = masa, en gramos, de la porción de ensayo.

V = volumen, en mililitros, de la porción alícuota del filtrado.

C = concentración de nitrito de sodio, en microgramos por mililitro, leída de la curva de calibración, que corresponde a la absorbancia de la solución preparada de la porción de ensayo.

Tomar como resultado el promedio aritmético de las dos determinaciones, asegurarse que los requerimientos para repetibilidad sean satisfechos.

### **Repetibilidad:**

La diferencia entre los resultados de dos determinaciones llevadas a cabo simultáneamente en rápida sucesión por el mismo analista no debe ser mayor a 10 % del valor promedio.

### **3.5.2 Determinación del contenido de Nitratos:**

Se usó el método de la Norma Técnica Peruana NTP-ISO 3091 2005 (revisada 2015): Carne y productos cárnicos. Determinación del contenido de nitratos, este es recomendado por el Codex Alimentarius.

### **MÉTODO DE REFERENCIA NTP ISO 3091:2005 <sup>45</sup>**

Contenido de nitratos: Son los nitratos determinados bajo las condiciones operativas aquí descritas y expresadas como nitrato de potasio, generalmente en miligramos por kilogramo de muestra (partes por millón o ppm).

**Fundamento:** Se basa en la extracción de una porción de ensayo con agua caliente, precipitación de proteínas y filtración. Los nitratos obtenidos son reducidos a nitritos con cadmio metálico. El desarrollo de una coloración roja por adición de sulfanilamida y dihidrocloruro N-1-naftiletildiamida al filtrado y la medida fotométrica a una longitud de onda de 538 nm.

**Reactivos:** (fuera de los descritos en nitritos)

- **Zinc metálico**, varillas de aproximadamente 15 cm. de longitud y 5-7 mm de diámetro.
- **Solución de Sulfato de cadmio** (aproximadamente 30g/L). Se disuelve 37g de sulfato de cadmio octohidratado en agua y se disuelve a 1 litro de agua.
- **Solución de Ácido clorhídrico**, aproximadamente 0,1N. Se disuelve en agua 8 mL de HCl concentrado ( $\rho_{20\text{ }^{\circ}\text{C}} = 1,19\text{g/mL}$ ) y se diluye a 1000 mL con agua.
- **Solución buffer amoniacal** (pH= 9,6-9,7). Diluir 20mL de ácido clorhídrico concentrado en 500mL de agua. Luego mezclar, agregar 10g de EDTA y 55mL de hidróxido de amonio concentrado ( $\rho_{20\text{ }^{\circ}\text{C}} = 0,88\text{g/mL}$ ). Diluir hasta 1000 mL con agua y verificar el pH.
- **Solución estándar de nitrato de potasio.**  
Disolver 1,465 g de nitrato de potasio en agua y diluir a 100 mL en matraz volumétrico. Transferir por medio de una pipeta 5 mL a un matraz volumétrico de 1000 mL y diluir a 1 marca. Esta solución contiene 73,2 ug/mL de nitrato de potasio. Esta solución estándar debe ser preparada el mismo día de uso.

### **PREPARACIÓN DE LA COLUMNA DE CADMIO.**

1. Colocar de 3 a 5 varillas de zinc en la solución de sulfato de cadmio en un beacker de 1 litro, remover el depósito esponjoso de cadmio metálico obtenido de las varillas de zinc por 1 a 2 horas agitándolas en la solución o frotándolas entre ellas.
2. Luego de 6 a 8 horas, se decanta la solución y se lava el sedimento 2 veces con 1 litro de agua destilada cada vez, teniendo cuidado que el cadmio se halle continuamente cubierto por líquido.
3. Transferir el cadmio depositado junto con 400 mL de solución de ácido clorhídrico a un mezclador de laboratorio, agitar durante 10 segundos. Volver el contenido del mezclador al beacker, agitar de vez en cuando el depósito de cadmio con una varilla de vidrio.



4. Luego dejarlo una noche cubierto por la solución de ácido clorhídrico, agitar una vez más para eliminar todas las burbujas de gas adheridas al cadmio.
5. Decantar la solución y lavar la suspensión de cadmio 2 veces con un litro de agua por vez.
6. Colocar un tapón de lana de vidrio en la parte inferior de la columna de vidrio, para soportar el cadmio metálico esponjoso (ver figura N° ...).
7. Trasvasar el cadmio a la columna de vidrio y lavar con agua hasta que la altura de la columna de cadmio sea de 17cm.
8. Vaciar periódicamente la columna durante su llenado, teniendo cuidado de no disminuir el nivel de líquido debajo de la parte superior de la capa de cadmio.
9. Eliminar todas las burbujas de gas (se puede usar una varilla de vidrio).
10. El líquido debe fluir a una velocidad que no exceda los 3 mL/min, la cual se controla con la ayuda de un cronómetro.

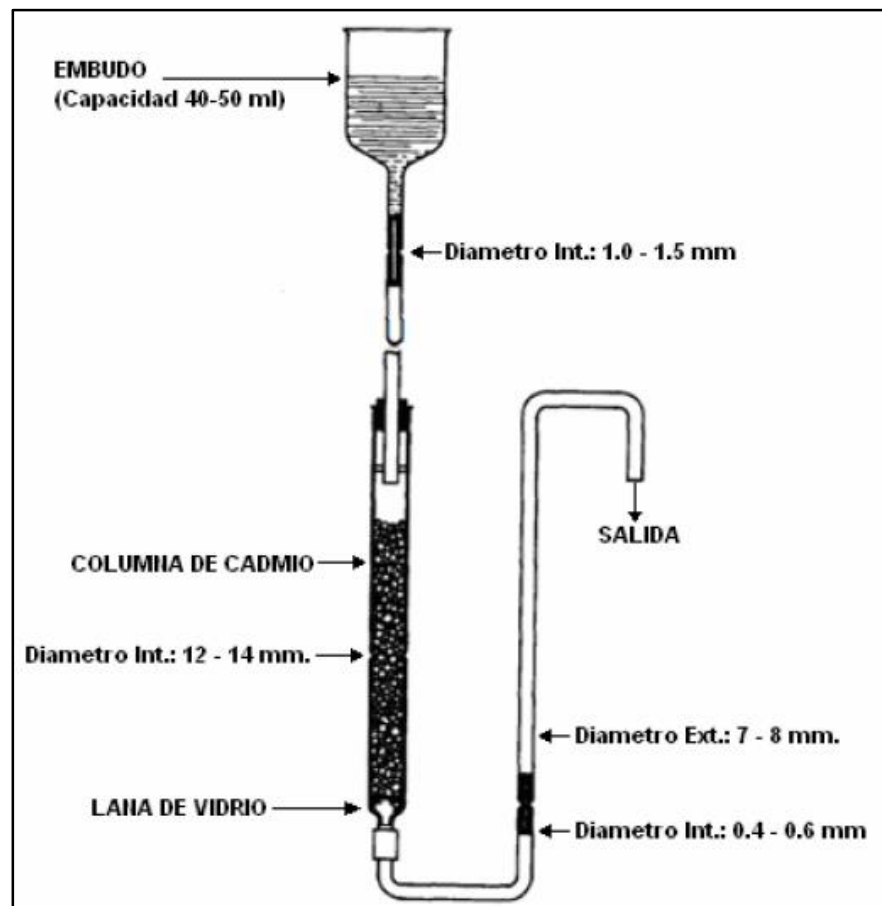


Figura 4: Equipo de vidrio para la reducción de nitratos

Fuente: NTP-ISO 3091 2005 (revisada 2015)

### **PRE-TRATAMIENTO DE LA COLUMNA DE CADMIO**

Lavar la columna de cadmio, sucesivamente con 25mL de solución de ácido clorhídrico y agregar 50mL de agua y 25mL de solución amortiguadora amoniaca diluida (1:9). El nivel del líquido en el embudo no debe bajar de la parte superior del tubo capilar de entrada a la columna de cadmio.

### **CONTROL DE LA CAPACIDAD REDUCTORA DE LA COLUMNA DE CADMIO**

1. Transferir 20mL de solución estándar de nitrato de potasio con una pipeta volumétrica, simultáneamente agregar 5mL de solución buffer amoniaca a la parte superior del embudo de la columna de cadmio. Recoger el eluyente en un matraz volumétrico de 100 mL.
2. Cuando el embudo esté casi vacío lavar las paredes con unos 15 mL de agua. Repetir el tratamiento con otros 15 mL de agua. Luego que esta última porción haya recorrido dentro de la columna llenar completamente el embudo con agua.
3. Recoger cerca de 100 mL del eluyente, retirar el matraz volumétrico de la columna. Diluir con agua hasta la marca y homogeneizar.
4. Transferir con pipeta volumétrica 10 mL del eluato a un matraz volumétrico de 100 mL.
5. Añadir 10 mL de la solución I (véase nitritos) y 6 mL de la solución III (véase nitritos), mezclar y reposar durante 5 minutos a temperatura ambiente en oscuridad.
6. Agregar 2 mL de la solución II (véase nitritos), mezclar y dejar la solución de 3-5 minutos a temperatura ambiente y en oscuridad. Diluir la mezcla con agua.
7. Medir la absorbancia de la solución en el espectrofotómetro a una longitud de onda de 538nm.
8. Si la concentración de nitrito del eluyente que se determina con la curva de calibración, está por debajo de 0,9 µg de nitrito de sodio por mililitro (es decir 90% del valor teórico), la columna de cadmio debe ser rechazada.

## REDUCCIÓN DE NITRATOS A NITRITOS

1. Transferir con pipeta volumétrica 20 mL del filtrado desproteinizado (véase nitritos), al embudo de la parte superior de la columna y simultáneamente agregar 5 mL de la solución buffer amoniacal.
2. Recoger el eluyente de la columna en un matraz volumétrico de 100 mL.
3. Continuar como se indica en la comprobación de la capacidad reductora de la columna de cadmio.

## MEDIDA DEL COLOR

1. Transferir con una pipeta volumétrica una alícuota del eluato no mayor de 25 mL a un matraz volumétrico de 100 mL, registrar “v”. Agregar agua hasta obtener un volumen de 60 mL aproximadamente.
2. Añadir 10 mL de la solución I (véase nitritos) y 6 mL de la solución III (véase nitritos), mezclar y reposar durante 5 minutos a temperatura ambiente en oscuridad.
3. Agregar 2 mL de la solución II (véase nitritos), mezclar y dejar la solución de 3-5 minutos a temperatura ambiente y en oscuridad. Diluir la mezcla con agua.
4. Medir la absorbancia de la solución en el espectrofotómetro a una longitud de onda de 538nm.

**NOTA:** Si la absorbancia de la solución coloreada, obtenida a partir de la muestra de ensayo, excede a la obtenida para la solución estándar con la más alta concentración, repetir la operación descrita, reduciendo la cantidad del eluato pipeteado.

## EXPRESIÓN DE RESULTADOS.

Expresada como miligramos de nitrato de potasio por kilogramo usando la siguiente fórmula:

$$\text{KNO}_3 = 1,465 \left( C \times \frac{10000}{m \times V} - \text{NaNO}_2 \right)$$

M: masa, en gramos, de la porción de ensayo.

V: volumen, en mililitros, de la porción alícuota del filtrado (véase “a”).

C: concentración, en microgramos por mililitros, de NaNO<sub>2</sub>, leída de la

curva de calibración, que corresponde a la absorbancia de la solución preparada a partir de la porción de ensayo.

NaNO<sub>2</sub>: masa, en miligramos por kilogramos, de NaNO<sub>2</sub> contenido en la muestra y determinada de acuerdo a la NTP-ISO 2918:2006.

Tomar como resultado el promedio aritmético de las dos determinaciones, asegurarse que los requerimientos para repetibilidad sean satisfechos.

**Repetibilidad:**

La diferencia entre los resultados de dos determinaciones llevadas a cabo simultáneamente en rápida sucesión por el mismo analista no debe ser mayor a 10 % del valor promedio.

#### IV. RESULTADOS

Cuadro N° 01: Concentraciones de nitritos y nitratos en salchichas expandidas en el Mercado La Unión - San Juan de Lurigancho, Octubre-Diciembre 2018.

N°		MARCA		NITRITOS (mg/kg)	NITRATOS (mg/kg)
1	FRESCA	San Fernando	Muestra 1	111,9	447,3
2			Muestra 2	113,1	448,8
3			Muestra 3	112,6	447,5
4			Muestra 4	113,1	447,7
5			Muestra 5	114,9	448,4
6		Otto Kunz	Muestra 1	112,8	458,8
7			Muestra 2	115,2	456,4
8			Muestra 3	115,8	457,7
9			Muestra 4	114	456
10			Muestra 5	113,4	457,9
11		Braedt	Muestra 1	115,8	453,5
12			Muestra 2	114,3	452,4
13			Muestra 3	116,3	452,6
14			Muestra 4	114,3	453,5
15			Muestra 5	113,1	452
16		La Segoviana	Muestra 1	114,3	421,5
17			Muestra 2	115,2	420,3
18			Muestra 3	116	422,2
19			Muestra 4	117,8	419,6
20			Muestra 5	115,2	420,3
21		Tuxa	Muestra 1	124,2	489
22			Muestra 2	124,5	487,5
23			Muestra 3	125,3	490,5
24			Muestra 4	123	491,8
25			Muestra 5	125,6	488
26	REFRIGERADA	San Fernando	Muestra 1	111,7	461,5
27			Muestra 2	110,2	460,5
28			Muestra 3	111,4	460,9
29			Muestra 4	112,8	462
30			Muestra 5	113,4	461,1
31		Otto Kunz	Muestra 1	111,1	444,3
32			Muestra 2	112,8	443,9
33			Muestra 3	113,4	445,2
34			Muestra 4	114	444,3
35			Muestra 5	113,4	443
36		Braedt	Muestra 1	112,3	457,5
37			Muestra 2	112,8	456,7
38			Muestra 3	110,2	458,4
39			Muestra 4	112	459
40			Muestra 5	113,4	456,9

N°		MARCA		NITRITOS (mg/kg)	NITRATOS (mg/kg)
41		Refrigerada	La Segoviana	Muestra 1	114,3
42	Muestra 2			114	425,1
43	Muestra 3			114,3	425,8
44	Muestra 4			115,2	425,6
45	Muestra 5			116	426,4
46	Tuxa		Muestra 1	120,1	511
47			Muestra 2	121	512,9
48			Muestra 3	123	511
49			Muestra 4	122,7	511,4
50			Muestra 5	123,3	513,7
51	FRITA	San Fernando	Muestra 1	169,2	461,3
52			Muestra 2	169,8	462,6
53			Muestra 3	170,1	461,1
54			Muestra 4	171,3	462,6
55			Muestra 5	170,1	462,2
56		Otto Kunz	Muestra 1	123,9	509,7
57			Muestra 2	123,3	509,5
58			Muestra 3	124,5	508,8
59			Muestra 4	124,5	509,9
60			Muestra 5	123,3	509,5
61		Braedt	Muestra 1	171,9	422,4
62			Muestra 2	172,4	422,6
63			Muestra 3	171,3	421,1
64			Muestra 4	172,2	422
65			Muestra 5	172,7	421,1
66		La Segoviana	Muestra 1	173	457,9
67			Muestra 2	171,3	456,2
68			Muestra 3	173,3	458,6
69			Muestra 4	171,3	459,4
70			Muestra 5	172,4	458,8
71		Tuxa	Muestra 1	194,2	440,7
72			Muestra 2	195,1	438,6
73			Muestra 3	194,5	440,3
74			Muestra 4	194	435,8
75			Muestra 5	194,8	439,8

Tabla 1: Valores promedio de la concentración de nitritos en salchichas expandidas en el Mercado La Unión - San Juan de Lurigancho, Octubre-Diciembre 2018.

	Concentración de nitritos (mg/Kg)									
	Salchicha fresca			Salchicha refrigerada			Salchicha frita			
	n	Media $\pm$ error de estimación	Min	Max	Media $\pm$ error de estimación	Min	Max	Media $\pm$ error de estimación	Min	Max
San Fernando	5	113,14 $\pm$ 2,7	111,98	114,88	111,92 $\pm$ 3,12	110,23	113,43	170,12 $\pm$ 1,84	169,24	171,28
Otto Kunz	5	114,24 $\pm$ 2,99	112,85	115,76	112,97 $\pm$ 2,78	111,10	114,01	123,9 $\pm$ 1,44	123,31	124,48
Braedt	5	114,77 $\pm$ 3,17	113,14	116,34	112,15 $\pm$ 3	110,23	113,43	172,09 $\pm$ 1,39	171,28	172,73
La Segoviana	5	115,7 $\pm$ 3,28	114,30	117,79	114,77 $\pm$ 2,08	114,01	116,05	172,27 $\pm$ 2,37	171,28	173,31
Tuxa	5	124,53 $\pm$ 2,57	123,02	125,64	122,03 $\pm$ 3,48	120,12	123,31	194,53 $\pm$ 1,14	193,95	195,12
Total	25	116,48 $\pm$ 3,58	111,98	125,64	114,77 $\pm$ 3,3	110,23	123,31	166,58 $\pm$ 19,51	123,31	195,12

La tabla 01, nos muestra los valores promedio estimados de la concentración de nitritos en salchichas expandidas en el Mercado La Unión - San Juan de Lurigancho, Octubre-Diciembre 2018 y los errores de estimación calculados mediante pruebas t al 95% de confianza.

De este modo se espera que el nivel promedio de la concentración de nitritos en salchichas frescas este entre 116,48  $\pm$ 3,58 mg/kg con un nivel de seguridad del 95%, dicho valor disminuye en el caso de la marca San Fernando hasta 113,14  $\pm$ 2,7 mg/kg. En el caso de salchichas refrigeradas el valor promedio está entre 114,77  $\pm$ 3,3 mg/kg y aumenta considerablemente hasta 166,58  $\pm$ 19,51 mg/kg para el caso de las salchichas frita

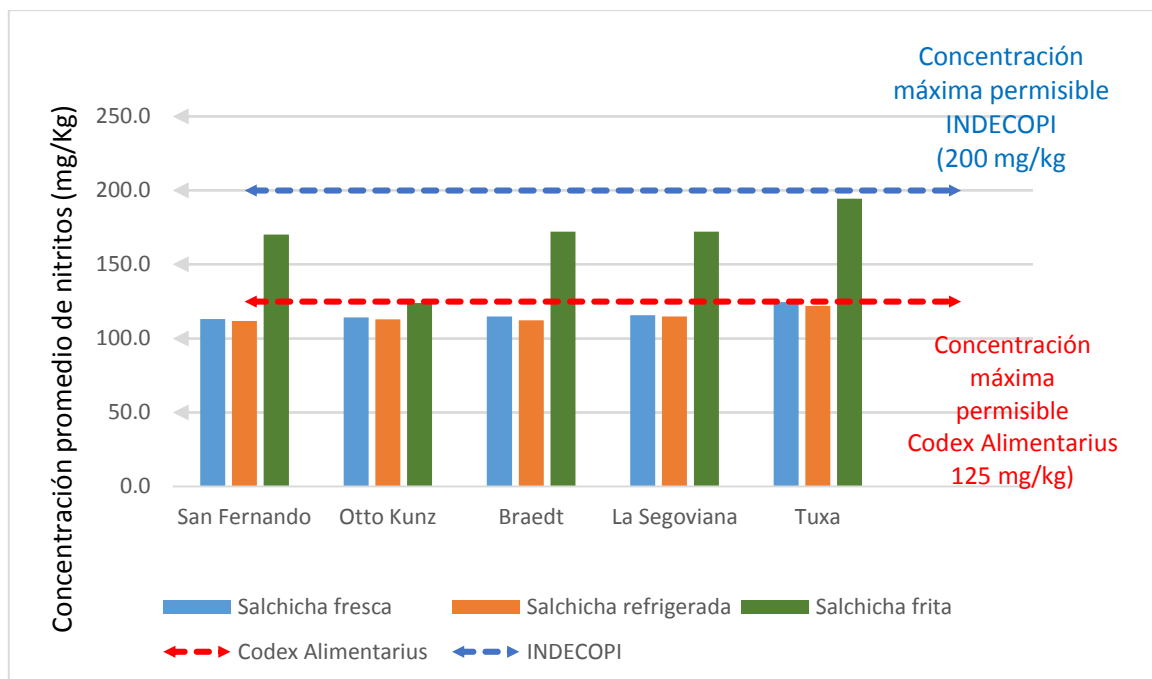


Figura 5: Valores promedio y concentración máxima permisible de nitritos según Códex Alimentarius e INDECOPI en salchichas, expandidas en el Mercado La Unión - San Juan de Lurigancho, Octubre-Diciembre 2018.

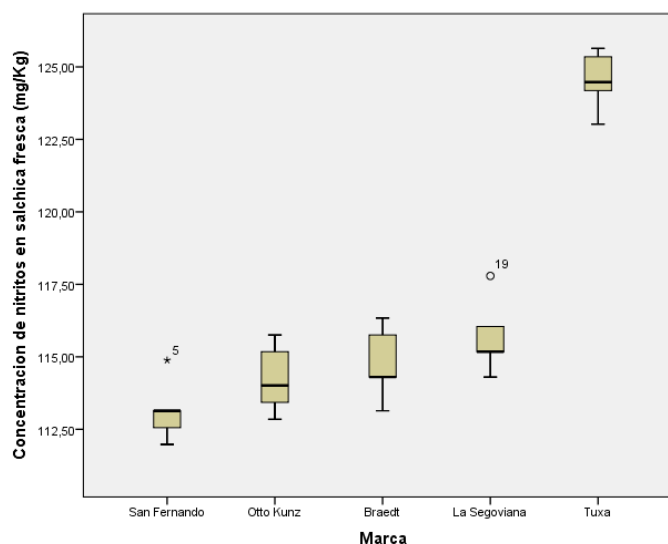


Figura 6: Distribución de la concentración de nitritos en salchichas frescas expandidas en el Mercado La Unión - San Juan de Lurigancho, Octubre-Diciembre 2018.

La figura 6 muestra mediante el diagrama de cajas que las salchichas de la marca Tuxa registran los valores más altos en cuanto a la concentración de nitritos, mientras que la marca San Fernando presenta los valores más pequeños, además las amplitudes de las cajas (variabilidad) aparentemente son comparables.



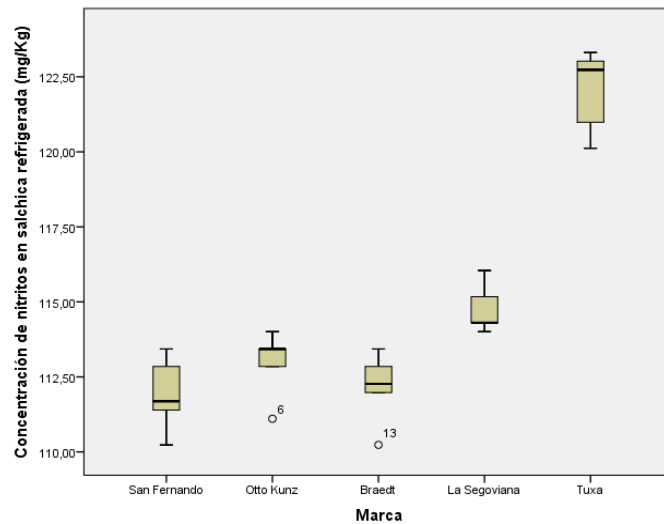


Figura 7: Distribución de la concentración de nitritos en salchichas refrigeradas, expandidas en el Mercado La Unión - San Juan de Lurigancho, Octubre-Diciembre 2018.

La figura 7, de manera análoga muestra mediante el diagrama de cajas que las salchichas congeladas de la marca Tuxa registran los valores más altos en cuanto a la concentración de nitritos, mientras que la marca San Fernando presenta los valores más pequeños, además las amplitudes de las cajas (variabilidad) son similares.

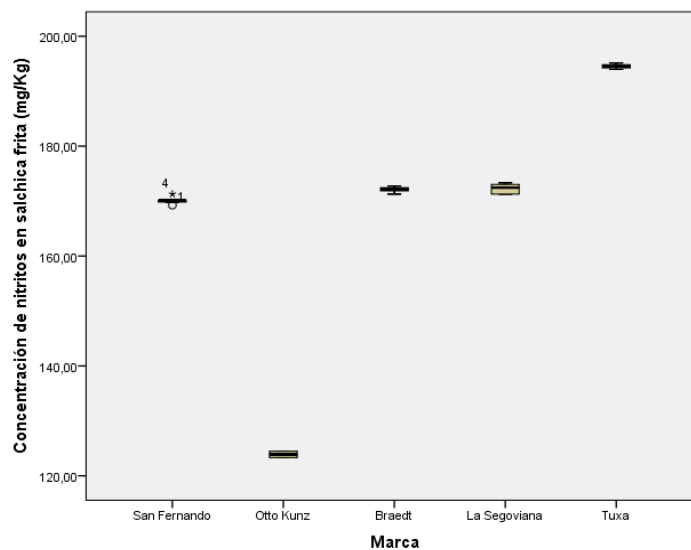


Figura 8: Distribución de la concentración de nitritos en salchichas fritas, expandidas en el Mercado La Unión - San Juan de Lurigancho, Octubre-Diciembre 2018.

La figura 8, muestra nuevamente que las salchichas fritas de la marca Tuxa registran los valores más altos en cuanto a la concentración de nitritos, mientras que ahora la marca Otto Kunz presenta los valores más pequeños, además las amplitudes de las cajas (variabilidad) son pequeñas y similares.

Tabla 2: Valores promedio de la concentración de nitratos en salchichas expandidas en el Mercado La Unión - San Juan de Lurigancho, Octubre-Diciembre 2018.

	Concentración de nitratos (mg/Kg)									
	Salchicha fresca			Salchicha refrigerada			Salchicha frita			
	n	Media $\pm$ error de estimación	Min	Max	Media $\pm$ error de estimación	Min	Max	Media $\pm$ error de estimación	Min	Max
San Fernando	5	447,93 $\pm$ 1,54	447,29	448,78	461,2 $\pm$ 1,39	460,50	461,99	461,99 $\pm$ 1,75	461,13	462,62
Otto Kunz Braedt	5	457,39 $\pm$ 2,81	456,02	458,79	444,14 $\pm$ 1,92	443,03	445,16	509,47 $\pm$ 0,99	508,83	509,90
La Segoviana	5	452,79 $\pm$ 1,65	451,98	453,47	457,68 $\pm$ 2,46	456,66	459,00	421,83 $\pm$ 1,74	421,10	422,59
Tuxa	5	420,76 $\pm$ 2,61	419,61	422,17	425,96 $\pm$ 1,69	425,15	426,85	458,2 $\pm$ 3,02	456,24	459,43
Total	25	489,29 $\pm$ 4,09	487,54	491,40	511,98 $\pm$ 3,11	510,96	513,73	439,04 $\pm$ 4,91	435,80	440,70
		453,63 $\pm$ 18,48	419,61	491,40	460,19 $\pm$ 24,19	425,15	513,73	458,1 $\pm$ 24,82	421,10	509,90

La tabla 02, nos muestra los valores promedio estimados de la concentración de nitratos en salchichas expandidas en el Mercado La Unión - San Juan de Lurigancho, Octubre-Diciembre 2018 y los errores de estimación calculados mediante pruebas t al 95% de confianza.

De este modo se espera que el nivel promedio de la concentración de nitratos en salchichas frescas este entre 453,63  $\pm$ 18,48 mg/kg con un nivel de seguridad del 95%, dicho valor disminuye en el caso de la marca la Segoviana hasta 420,76  $\pm$ 2,61 mg/kg. En el caso de salchichas refrigeradas el valor promedio está entre 460,19  $\pm$ 24,19 mg/kg y se mantiene entre 458,1  $\pm$ 24,82mg/kg para el caso de salchichas frita.

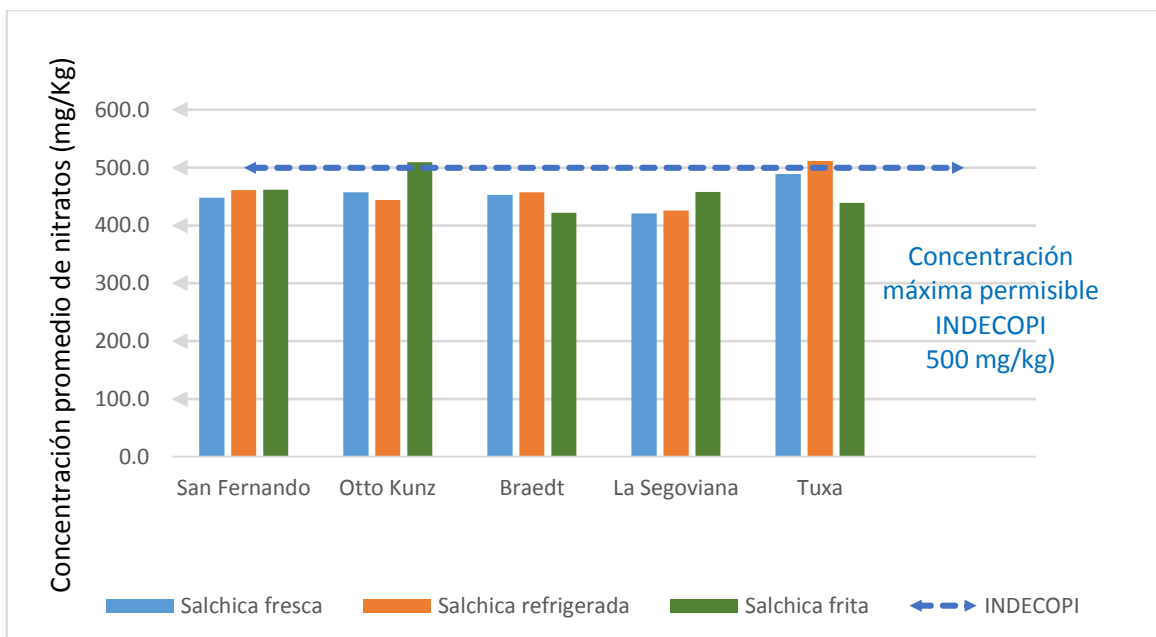


Figura 9: Valores promedio y concentración máxima permisible de nitratos según INDECOPI en salchichas, expandidas en el Mercado La Unión - San Juan de Lurigancho, Octubre-Diciembre 2018.

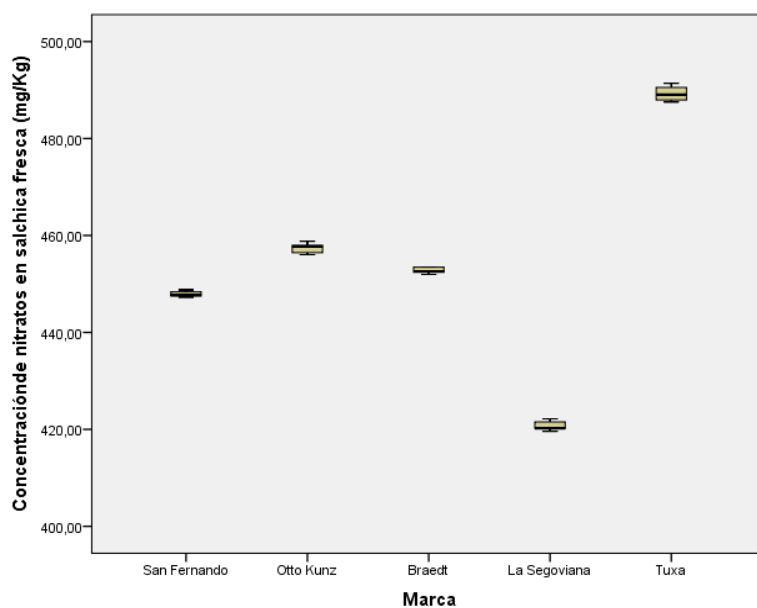


Figura 10: Distribución de la concentración de nitratos en salchichas frescas expandidas en el Mercado La Unión - San Juan de Lurigancho, Octubre-Diciembre 2018.

La figura 10 muestra mediante el diagrama de cajas que las salchichas de la marca Tuxa registran los valores más altos en cuanto a la concentración de nitratos, mientras que la marca La Segoviana presenta los valores más pequeños, además las amplitudes de las cajas (variabilidad) son pequeñas y aparentemente son comparables.

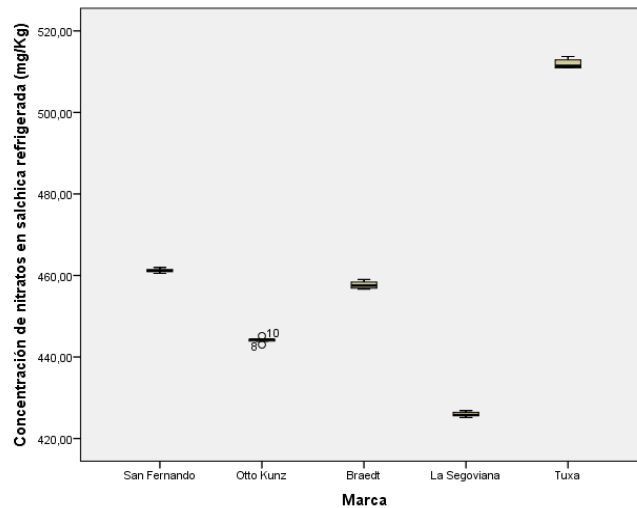


Figura 11: Distribución de la concentración de nitratos en salchichas refrigeradas, expandidas en el Mercado La Unión - San Juan de Lurigancho, Octubre-Diciembre 2018.

La figura 11, muestra mediante el diagrama de cajas que las salchichas refrigeradas de la marca Tuxa registran los valores más altos en cuanto a la concentración de nitratos, mientras que la marca La Segoviana presenta los valores más pequeños, además las amplitudes de las cajas (variabilidad) son pequeñas y aparentemente son comparables.

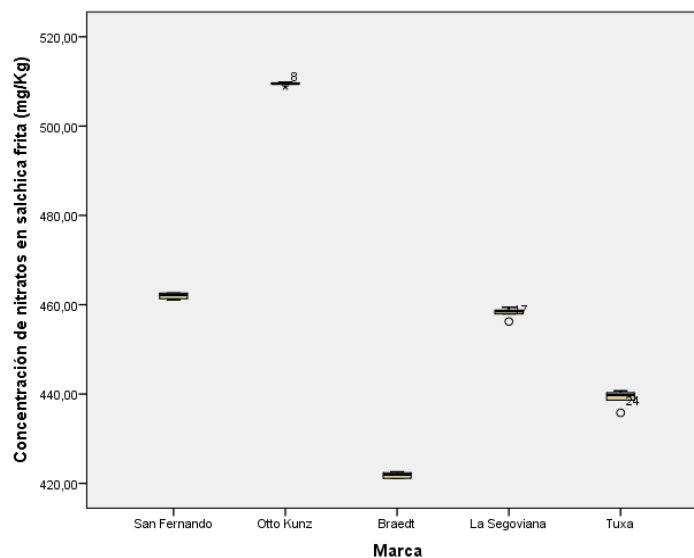


Figura 12: Distribución de la concentración de nitratos en salchichas fritas, expandidas en el Mercado La Unión - San Juan de Lurigancho, Octubre-Diciembre 2018.

La figura 12 muestra ahora que las salchichas fritas de la marca Otto Kunz registran los valores más altos en cuanto a la concentración de nitratos, mientras que la marca Braedt presenta los valores más pequeños, además las amplitudes de las cajas (variabilidad) son pequeñas y aparentemente son comparables.

Tabla 3: Prueba de homogeneidad de varianzas

	Estadístico de Levene	gl1	gl2	p valor
Concentración de nitritos en salchicha fresca (mg/Kg)	0,258	4	20	0,901
Concentración de nitratos en salchicha fresca (mg/Kg)	2,810	4	20	0,053
Concentración de nitritos en salchicha refrigerada (mg/Kg)	0,540	4	20	0,708
Concentración de nitratos en salchicha refrigerada (mg/Kg)	2,100	4	20	0,119
Concentración de nitritos en salchicha frita (mg/Kg)	1,154	4	20	0,360
Concentración de nitratos en salchicha frita (mg/Kg)	2,755	4	20	0,057

La tabla 03 presenta la prueba de igualdad de varianzas, dado que el p valor es mayor a 0.05 se acepta la hipótesis de normalidad de los datos, tanto para la Concentración de nitritos como de nitratos.

Tabla 4: Pruebas de normalidad

Marca	p valor- Shapiro-Wilk					
	Concentración de nitritos en salchicha fresca	Concentración de nitratos en salchicha fresca	Concentración de nitritos en salchicha refrigerada	Concentración de nitratos en salchicha refrigerada	Concentración de nitritos en salchicha frita	Concentración de nitratos en salchicha frita
San Fernando	0,453	0,585	0,875	0,991	0,537	0,182
Otto Kunz	0,754	0,685	0,223	0,826	0,119	0,453
Braedt	0,665	0,332	0,617	0,619	0,928	0,234
La Segoviana	0,492	0,490	0,269	0,858	0,234	0,493
Tuxa	0,738	0,619	0,263	0,171	0,967	0,233

Como el p valor de la prueba de normalidad es mayor a 0.05, se acepta la normalidad de los datos, tanto para la Concentración de nitritos como de nitratos, por lo tanto se puede aplicar la prueba ANOVA.

Tabla 5: Prueba ANOVA: niveles medios de concentración de nitratos y nitritos en salchichas expandidas en el Mercado La Unión - San Juan de Lurigancho, Octubre-Diciembre 2018.

		Suma de cuadrados	gl	Media cuadrática	F	p valor
Concentración de nitritos en salchicha fresca (mg/Kg)	Entre grupos	422,9	4	105,7	74,6	0,000
	Dentro de grupos	28,4	20	1,4		
	Total	451,3	24			
Concentración de nitratos en salchicha fresca (mg/Kg)	Entre grupos	11996,1	4	2999,0	2532,3	0,000
	Dentro de grupos	23,7	20	1,2		
	Total	12019,8	24			
Concentración de nitritos en salchicha refrigerada (mg/Kg)	Entre grupos	355,1	4	88,8	63,8	0,000
	Dentro de grupos	27,9	20	1,4		
	Total	383,0	24			
Concentración de nitratos en salchicha refrigerada (mg/Kg)	Entre grupos	20596,4	4	5149,1	6545,3	0,000
	Dentro de grupos	15,7	20	0,8		
	Total	20612,1	24			
Concentración de nitritos en salchicha frita (mg/Kg)	Entre grupos	13393,5	4	3348,4	7204,2	0,000
	Dentro de grupos	9,3	20	0,5		
	Total	13402,8	24			
Concentración de nitratos en salchicha frita (mg/Kg)	Entre grupos	21665,7	4	5416,4	4145,5	0,000
	Dentro de grupos	26,1	20	1,3		
	Total	21691,8	24			

La tabla 05, presenta la comparación de los promedios, tanto para la Concentración de nitritos como de nitratos para las 5 marcas, para el caso de frescas, refrigeradas y fritas. Dado que el p valor es menor a 0.05, se concluye que los promedios son diferentes, es decir que las concentraciones de nitritos y nitratos dependen de la marca de la salchicha.

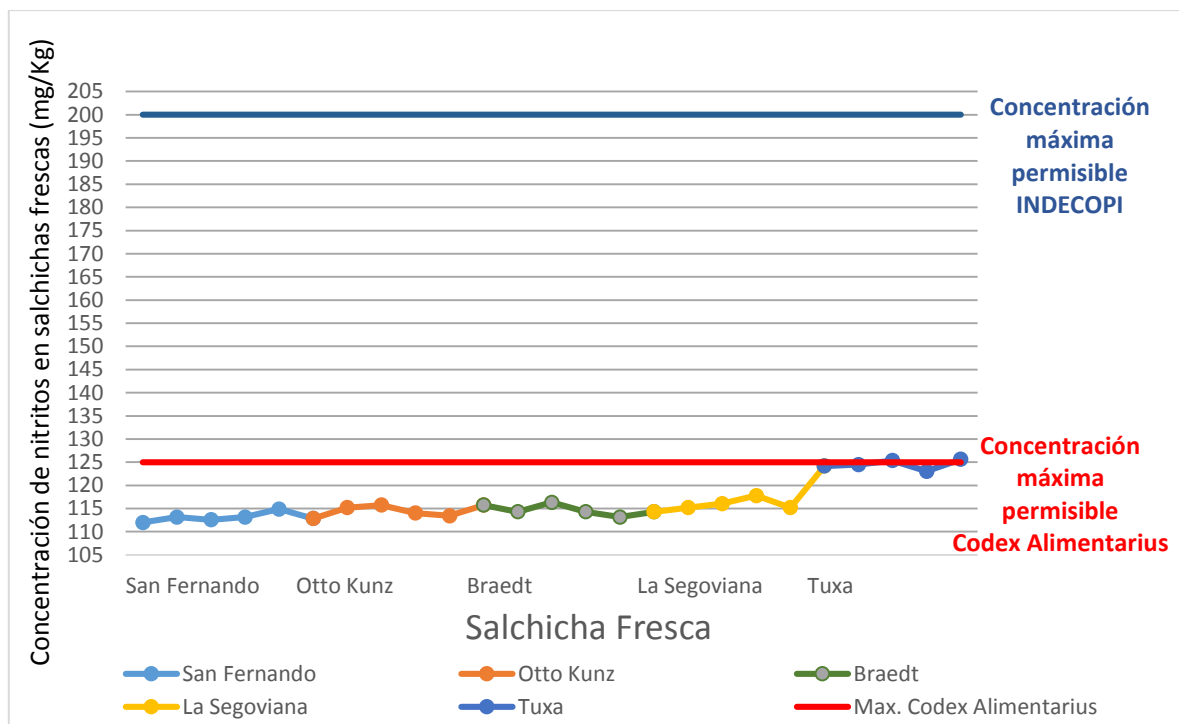


Figura 13: Valores observados y concentración máxima permisible de nitritos en salchichas frescas, expandidas en el Mercado La Unión - San Juan de Lurigancho, Octubre-Diciembre 2018.

La figura 13, muestra que todas las marcas de salchicha presentan valores muy por debajo del máximo permisible según INDECOPI (200 Mg/kg), sin embargo al compararlo con el valor máximo permisible según CODEX ALIMENTARIUS (125 mg/kg) las salchichas de la marca Tuxa presentan valores muy cercanos.

Tabla 6: Prueba T para una media.

Marca	Concentración de nitritos en salchicha fresca (mg/Kg)	Valor de prueba = 125		
		t	gl	p valor
Tuxa		-1,004	4	0,372

La prueba T muestra que el valor promedio de la Concentración de nitritos en salchicha fresca de la marca Tuxa es similar al valor máximo permitido según la norma CODEX ALIMENTARIUS.

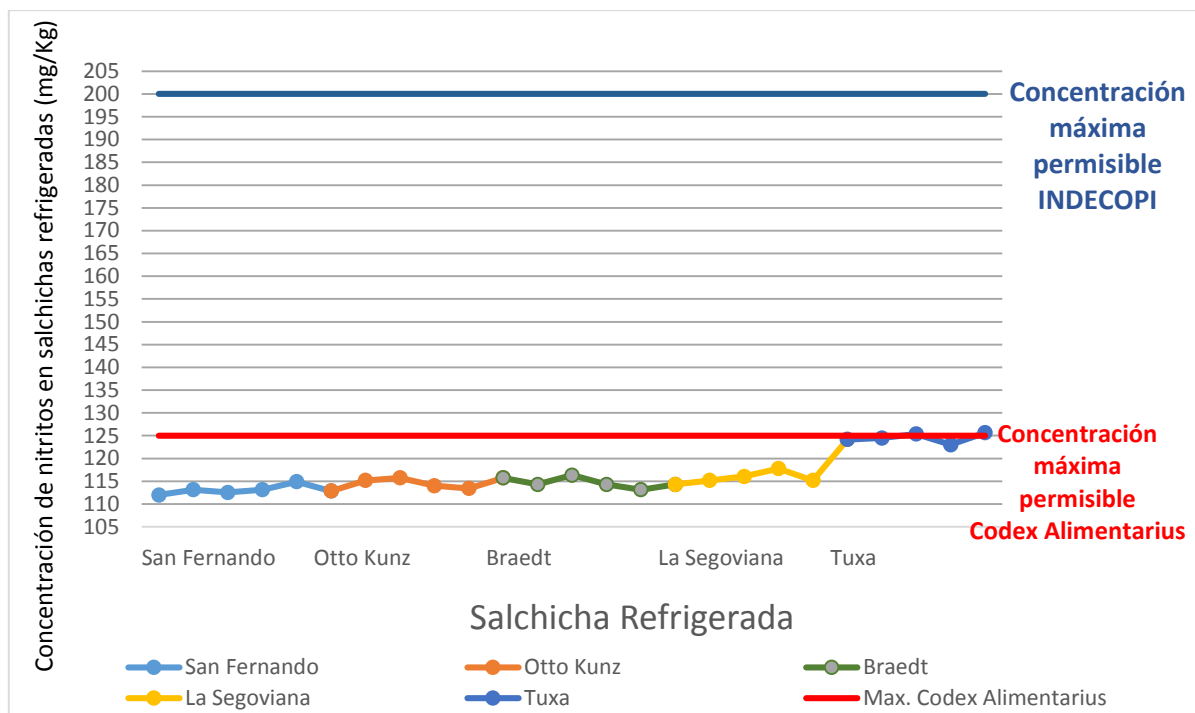


Figura 14: Valores observados y concentración máxima permisible de nitritos en salchichas refrigeradas, expandidas en el Mercado La Unión - San Juan de Lurigancho, Octubre-Diciembre 2018.

La figura 14, muestra que todas las marcas de salchichas refrigeradas presentan valores muy por debajo del máximo permisible según INDECOPI (200 Mg/kg), sin embargo, al compararlo con el valor máximo permisible según CODEX ALIMENTARIUS (125 mg/kg) las salchichas de la marca Tuxa presentan valores aparentemente cercanos.

Tabla 7: Prueba T para una media.

Marca	Concentración de nitritos en salchicha refrigerada (mg/Kg)	Valor de prueba = 125		
		t	gl	p valor
Tuxa		-4,725	4	0,009

La prueba T indica que la concentración de nitritos en salchicha refrigerada (mg/Kg) en la marca Tuxa es inferior al valor máximo permisible según CODEX ALIMENTARIUS (p valor 0,009)



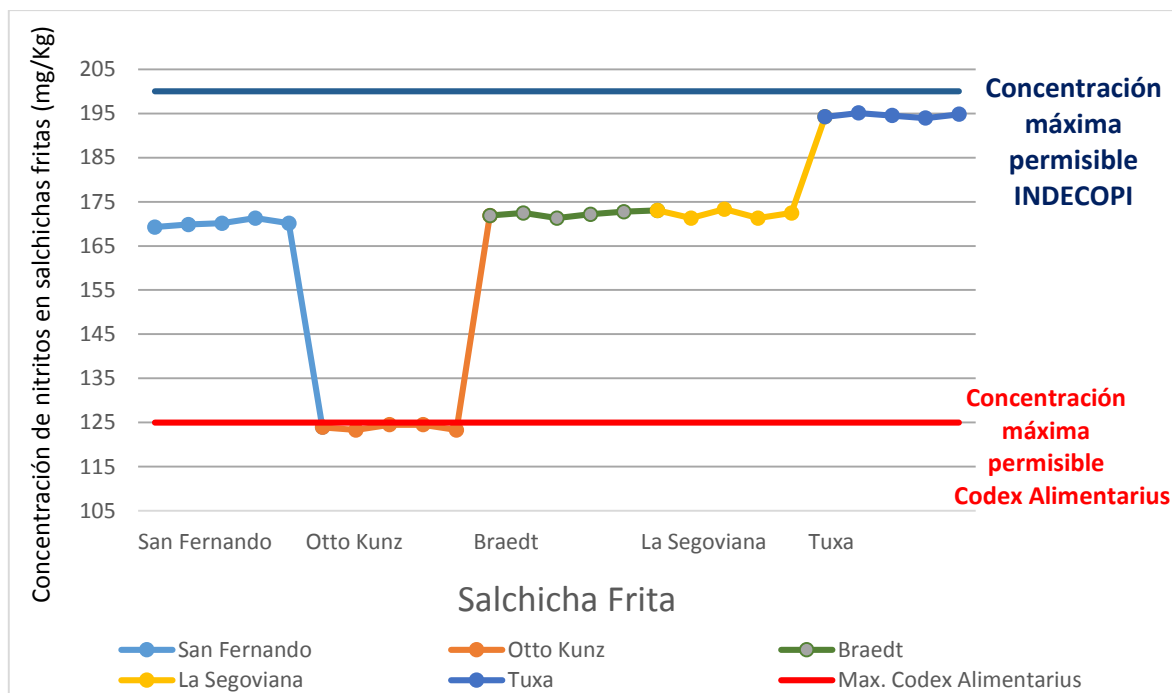


Figura 15: Valores observados y concentración máxima permisible de nitritos en salchichas fritas, expandidas en el Mercado La Unión - San Juan de Lurigancho, Octubre-Diciembre 2018.

La figura 15, muestra que a excepción de la marca Otto Kunz, todas las demás marcas de salchichas fritas presentan valores superiores al máximo permisible según CODEX ALIMENTARIUS (125 mg/kg) pero inferiores al máximo permisible según INDECOPI (200 Mg/kg).

Tabla 8: Prueba T para una media.

Marca	Concentración de nitritos en salchicha frita (mg/Kg)	Valor de prueba = 125		
		t	gl	p valor
Otto Kunz		-4,249	4	0,013

La prueba T indica que la concentración de nitritos en salchicha frita en la marca Otto Kunz es inferior al valor máximo permisible según CODEX ALIMENTARIUS (p valor 0,009)

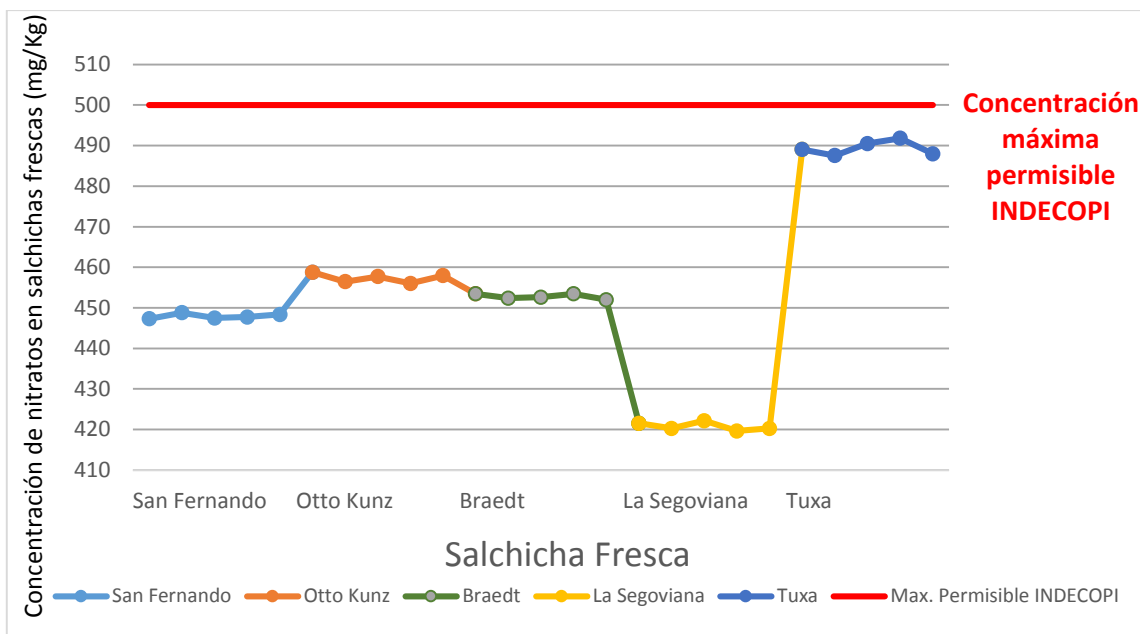


Figura 16: Valores observados y concentración máxima permisible de nitratos en salchichas frescas, expandidas en el Mercado La Unión - San Juan de Lurigancho, Octubre-Diciembre 2018.

La figura 16, muestra que todas las marcas de salchicha fresca presentan valores de concentración de nitratos por debajo del máximo permisible según INDECOPI (500 Mg/kg).

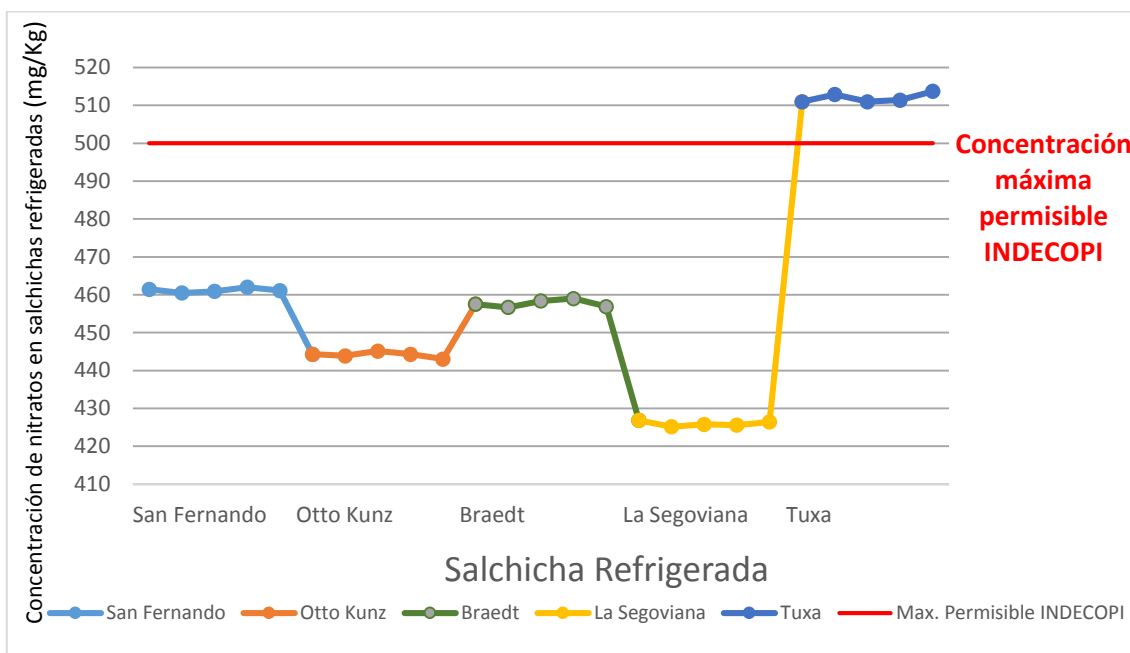


Figura 17: Valores observados y concentración máxima permisible de nitratos en salchichas refrigeradas, expandidas en el Mercado La Unión - San Juan de Lurigancho, Octubre-Diciembre 2018.

La figura 17, muestra que únicamente la salchicha refrigerada de la marca Tuxa presentan valores de concentración de nitratos por encima del máximo permisible según INDECOPI (500 Mg/kg).

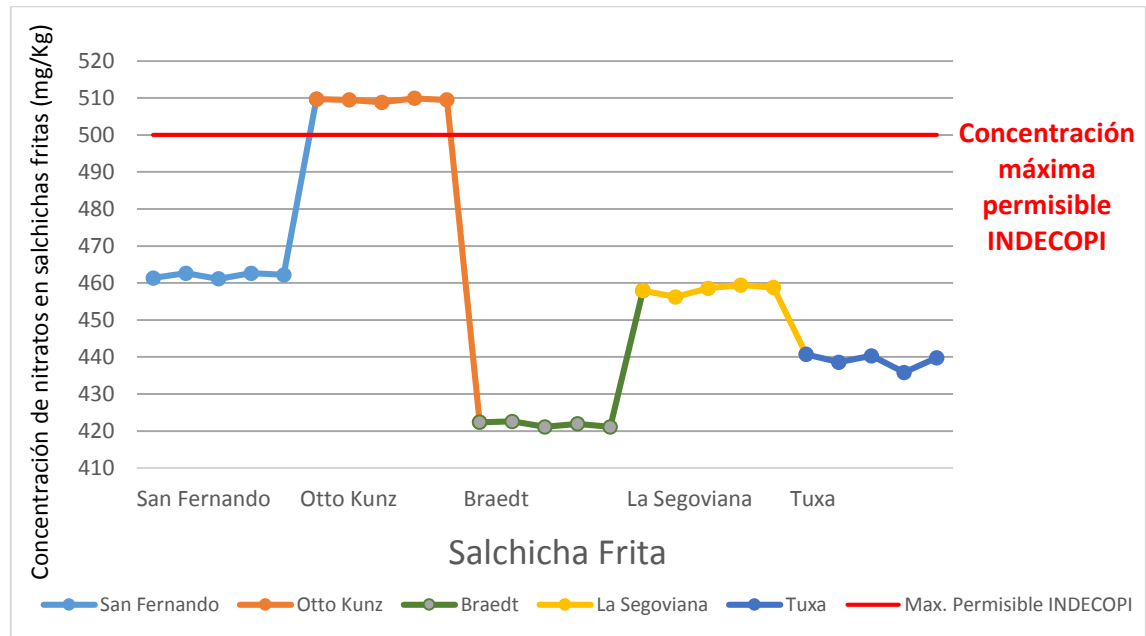


Figura 18: Valores observados y concentración máxima permisible de nitratos en salchichas fritas, expandidas en el Mercado La Unión - San Juan de Lurigancho, Octubre-Diciembre 2018.

La figura 18, muestra que únicamente la salchicha frita de la marca Otto Kunz presentan valores de concentración de nitratos por encima del máximo permisible según INDECOPI (500 Mg/kg).

## V. DISCUSIONES

El objetivo de la presente investigación fue determinar la concentración de nitritos y nitratos en salchichas expandidas en el Mercado La Unión – San Juan de Lurigancho, Octubre – Diciembre 2018, debido a la accesibilidad económica de estos productos alimentarios y a los diversos estudios que los engloban como carcinógenas para los humanos (Grupo 1) ya que cada porción de 50 gr. de carne procesada consumida diariamente aumenta el riesgo de cáncer colorrectal en un 18%.<sup>5-7</sup> debido a la presencia de aditivos alimentarios (nitratos y nitritos), siendo este último clasificado como 2A de la Agencia Internacional para la Investigación del Cáncer (IARC), como probablemente cancerígenos para el ser humano, por la formación endógena de N-nitrosocompuestos.<sup>4</sup>

La metodología usada para determinar la concentración de nitritos descrita en la Norma Técnica Peruana NTP-ISO 2918 2006 (revisada 2015)<sup>44</sup> así como para nitratos Norma Técnica Peruana NTP-ISO 3091 2005 (revisada 2015)<sup>45</sup>, utilizadas en este estudio, presenta limitaciones tales como: El uso de la muestra está limitado a 24 horas, el periodo de análisis es largo comparado con nuevas técnicas de análisis como la Electroforesis en Zona Capilar cuyo tiempo de ejecución es de 30 segundos, lo que permite analizar más de 25 muestras/hora, su buen rendimiento analítico confirma la idoneidad del método para el análisis de productos cárnicos. El uso de un método rápido en asociación con un simple paso de preparación de muestras significa que este procedimiento representa una posible alternativa a satisfacer la demanda de alto rendimiento en el análisis de laboratorio de rutina.<sup>46</sup>

En la Tabla 1, las muestras analizadas para el grupo de salchichas frescas se observa que la concentración promedio de nitritos fue de  $116,48 \pm 3,58$  mg/kg, presentando la marca San Fernando el menor valor  $113,14 \pm 2,7$  mg/kg y la marca Tuxa el mayor valor  $124,53 \pm 2,57$  mg/kg; estos resultados muestran que en promedio las concentraciones de nitritos en el grupo de salchichas frescas no sobrepasan los valores fijados por INDECOPI (200 mg/kg) ni el CODEX ALIMENTARIUS (125 mg/kg); no obstante la marca Tuxa presenta valores muy cercanos al valor máximo permisible según el Codex Alimentarius; observándose que en nuestro estudio los resultados sobrepasan a los obtenido por Vindas L, Rodríguez N y Araya Y. (2017)<sup>47</sup> quienes analizaron el contenido de nitritos, en 30 lotes de salchichas, de una misma empresa productora en Costa Rica; obtuvieron  $88 \pm 6$

mg/kg en promedio para nitritos, siendo  $121 \pm 2$  mg/kg el resultado más alto y  $38 \pm 2$  mg/kg el menor valor, evidenciando que sus muestras no infringen la reglamentación costarricense (125 mg/kg)

Según la Tabla 1, las muestras analizadas para el grupo de salchichas refrigeradas ( $5^{\circ}\text{C}$ ) se observa que la concentración promedio de nitritos fue de  $114,77 \pm 3,3$  mg/kg, presentando la marca San Fernando el menor valor  $111,92 \pm 3,12$  mg/kg y la marca Tuxa el mayor valor  $122,03 \pm 3,48$  mg/kg; estos resultados muestran que en promedio las concentraciones de nitritos en el grupo de salchichas refrigeradas no sobrepasan los valores fijados por INDECOPI (200 mg/kg) ni el CODEX ALIMENTARIUS (125 mg/kg); no obstante la marca Tuxa presenta valores muy cercanos al valor máximo permisible según el CODEX ALIMENTARIUS; observándose que en nuestro estudio los resultados sobrepasan a los obtenidos por Hashim R, *et al.* (2016)<sup>16</sup> quienes analizaron 60 muestras de cuatro marcas diferentes de hamburguesas y las mantuvieron a temperatura de refrigeración ( $-18^{\circ}\text{C}$ ), obtuvieron como resultados para la marca A (4,4 mg/kg), B (3,0 mg/kg), R (5,3 mg/kg), S (1,1 mg/kg) niveles de nitritos que se encuentran dentro de sus valores de referencia (<200 ppm).

Las muestras analizadas para el grupo de salchichas frescas se obtuvo que la concentración promedio de nitritos fue de  $116,48 \pm 3,58$  mg/kg, y la concentración promedio para nitratos fue de  $453,63 \pm 18,48$  mg/kg; en cuanto al grupo de salchichas refrigeradas ( $5^{\circ}\text{C}$ ) la concentración promedio de nitritos fue de  $114,77 \pm 3,3$  mg/kg, y la concentración promedio para nitratos fue de  $460,19 \pm 24,19$  mg/kg; estos resultados muestran que en promedio las concentraciones de nitritos y nitratos en ambos grupos de salchichas no sobrepasan los valores fijados por INDECOPI nitritos (200 mg/kg), nitratos (500 mg/kg) ni el CODEX ALIMENTARIUS nitritos (125 mg/kg); no obstante los valores en la concentración de nitritos y nitratos en salchichas frescas y refrigeradas de nuestro estudio sobrepasan a los resultados obtenidos por Duarte R, *et al.* (2014)<sup>17</sup> quienes analizaron salchichas frescas y refrigeradas ( $5^{\circ}\text{C}$ ) y obtuvieron para salchichas: Frescas, sin refrigeración: Nitritos (10,23 ug/g) y nitratos (242,55 ug/g); con refrigeración: Nitritos (13,92 ug/g) y nitratos (207,15 ug/g), valores de nitritos que no sobrepasan a los fijados por su norma (120 ug/g) y los nitratos son mayores a los establecidos por su legislación (180 ug/g); al comparar nuestros resultados de nitratos con la norma venezolana sobrepasan el límite permisible.

En la tabla 1, las muestras analizadas para el grupo de salchichas fritas se observa que la concentración promedio de nitritos fue de  $166,58 \pm 19,51$  mg/kg, presentando la marca Otto Kunz el menor valor  $123,9 \pm 1,44$  mg/kg y la marca Tuxa el mayor valor  $194,53 \pm 1,14$  mg/kg; estos resultados muestran que en promedio las concentraciones de nitritos en el grupo de salchichas fritas no sobrepasan los valores fijados por INDECOPI (200 mg/kg) pero si sobrepasan los valores fijados por el CODEX ALIMENTARIUS (125 mg/kg) ya que este es más estricto al establecer los límites de dicho aditivo protegiendo al consumidor.

En la Tabla 1, las muestras analizadas para el grupo de salchichas fritas se observa que la concentración promedio de nitritos fue de  $166,58 \pm 19,51$  mg/kg, y la concentración de nitratos fue de  $458,1 \pm 24,82$  mg/kg estos resultados muestran que en promedio las concentraciones de nitritos y nitratos no sobrepasan los valores fijados por INDECOPI nitritos (200 mg/kg), nitratos (500 mg/kg) pero si el valor fijado por el CODEX ALIMENTARIUS nitritos (125 mg/kg); observándose que en nuestro estudio los resultados obtenidos son menores a los obtenidos por Huanca D, Solís P. (2016)<sup>8</sup> quienes analizaron hot-dog de consumo directo expendidos en instituciones educativas de Villa el Salvador y obtuvieron como resultados en promedio para nitritos 176.96 ppm y para nitratos 530.31 ppm.

Las muestras analizadas para el grupo de salchichas frescas se observa que la concentración promedio de nitritos fue de  $116,48 \pm 3,58$  mg/kg, presentando la marca San Fernando el menor valor  $113,14 \pm 2,7$  mg/kg y la marca Tuxa el mayor valor  $124,53 \pm 2,57$  mg/kg y la concentración promedio de nitratos fue de  $453,63 \pm 18,48$  mg/kg, presentando la marca La Segoviana el menor valor  $420,76 \pm 2,61$  mg/kg y la marca Tuxa el mayor valor  $489,29 \pm 4,09$  mg/kg; estos resultados muestran que en promedio las concentraciones de nitritos y nitratos en el grupo de salchichas frescas no sobrepasan los valores fijados por INDECOPI nitritos (200 mg/kg), nitratos (500 mg/kg) ni el CODEX ALIMENTARIUS nitritos (125 mg/kg); al comparar nuestros resultados a los obtenidos por Hentges D, *et. al.* (2016)<sup>16</sup> observamos que en promedio son menores; no obstante al comparar por cada marca hay una gran variabilidad en los resultados, ya que analizaron concentraciones de nitrito y nitrato en 8 marcas diferentes de salchichas y obtuvieron como resultados: Para nitritos marcas A(39,5 mg/kg), B(36,7 mg/kg), C(269,5 mg/kg),

D(13,7 mg/kg), E(171,8 mg/kg), F(151,6 mg/kg), G(83,9 mg/kg), H(130,3 mg/kg) y nitratos: Marcas A(92,7 mg/kg), B(124,4 mg/kg), C(641,2 mg/kg), D(140,8 mg/kg), E(650,3 mg/kg), F(723,4 mg/kg), G(306,9 mg/kg), H(432,4 mg/kg); además se observa que la normativa brasileña es más estricta al establecer los límites de dichos aditivos en comparación con nuestra normativa vigente ya que los valores máximos para nitritos es de (150 mg/kg) y nitratos (300 mg/kg).

En el grupo de salchichas frescas se observa que la concentración promedio de nitritos fue de  $116,48 \pm 3,58$  mg/kg, y la concentración promedio para nitratos fue de  $453,63 \pm 18,48$  mg/kg; observándose que los valores de nuestro estudio son mayores a los hallados por Kovacevic D, et al. (2016)<sup>15</sup> quienes analizaron nitritos y nitratos en salchichas, obtuvieron concentración de nitratos (130 mg/kg) y nitritos (42 mg/kg) valores que se encuentran por debajo de su legislación “Reglamento (Unión Europea) N° 1129/2011 de la comisión” que establece valores normales para nitratos (250mg/kg) y nitritos (150 mg/kg); también se puede observar que dicha normativa es más estricta al establecer los límites de estos aditivos.

En nuestra investigación la salchicha de la marca Tuxa en los diferentes grupos analizados (fresca, refrigerada, frita) presentó los valores de concentración de nitritos y nitratos mayores en relación a las otras marcas analizadas; esto puede deberse al costo del producto, ya que según Patiño N, y Vázquez V, en su estudio titulado “Determinación de la concentración de nitritos en salchichas tipo Frankfurt que se comercializa en los mercados de la ciudad de Cuenca” concluyeron que existe una relación entre el precio de venta con la cantidad de nitritos puesto que las salchichas de menor costo que analizaron fueron las que presentaron las concentraciones más altas de dicho conservante; esto se asocia a que muchas industrias de alimentos usan este tipo de aditivos para aumentar su tiempo de vigencia lo que hace que exista mayor aprovechamiento del producto y por lo tanto se pueden ofertar a un menor precio.<sup>48</sup>

## VI. CONCLUSIONES

La concentración promedio de nitritos en salchichas frescas para las diferentes marcas (San Fernando, Otto Kunz, Braedt, La Segoviana, Tuxa) expendidas en el mercado la Unión – San Juan de Lurigancho, en el periodo de Octubre – Diciembre del 2018; fue  $(116,48 \pm 3,58 \text{ mg/kg})$ ; no sobrepasa el valor máximo permisible según INDECOPI (200 mg/kg), sin embargo al ser comparados con el valor establecido por el CODEX ALIMENTARIUS (125 mg/kg) la salchicha de la marca Tuxa presenta valores muy cercanos  $(124,53 \pm 2,57 \text{ mg/kg})$ .

La concentración promedio de nitritos en salchichas refrigeradas para las diferentes marcas (San Fernando, Otto Kunz, Braedt, La Segoviana, Tuxa) expendidas en el mercado la Unión – San Juan de Lurigancho, en el periodo de Octubre – Diciembre del 2018; fue  $(114,77 \pm 3,3 \text{ mg/kg})$ ; no sobrepasa el valor máximo permisible según INDECOPI (200 mg/kg), sin embargo al ser comparados con el valor establecido por el CODEX ALIMENTARIUS (125 mg/kg) la salchicha de la marca Tuxa presenta valores muy cercanos  $(122,03 \pm 3,48 \text{ mg/kg})$ .

La concentración promedio de nitritos en salchichas fritas para las diferentes marcas (San Fernando, Otto Kunz, Braedt, La Segoviana, Tuxa) expendidas en el mercado la Unión – San Juan de Lurigancho, en el periodo de Octubre – Diciembre del 2018; fue  $(166,58 \pm 19,51 \text{ mg/kg})$ ; no sobrepasa el valor máximo permisible según INDECOPI (200 mg/kg), sin embargo la salchicha de la marca Tuxa presenta valores muy cercanos  $(194,53 \pm 1,14 \text{ mg/kg})$ . Y al ser comparado con el valor establecido por el CODEX ALIMENTARIUS (125 mg/kg) la concentración promedio para dicho grupo sobrepasa el valor máximo permisible.

La concentración promedio de nitratos en salchichas frescas para las diferentes marcas (San Fernando, Otto Kunz, Braedt, La Segoviana, Tuxa) expendidas en el mercado la Unión – San Juan de Lurigancho, en el periodo de Octubre – Diciembre del 2018; fue  $(453,63 \pm 18,48 \text{ mg/kg})$ ; no sobrepasa el valor máximo permisible según INDECOPI (500 mg/kg), sin embargo la salchicha de la marca Tuxa presenta valores muy cercanos  $(489,29 \pm 4,09 \text{ mg/kg})$ .



La concentración promedio de nitratos en salchichas refrigeradas para las diferentes marcas (San Fernando, Otto Kunz, Braedt, La Segoviana, Tuxa) expandidas en el mercado la Unión – San Juan de Lurigancho, en el periodo de Octubre – Diciembre del 2018; fue  $(460,19 \pm 24,19 \text{ mg/kg})$ ; no sobrepasa el valor máximo permisible según INDECOPI (500 mg/kg), sin embargo la salchicha de la marca Tuxa sobrepasa dicho valor  $(511,98 \pm 3,11 \text{ mg/kg})$ .

La concentración promedio de nitratos en salchichas fritas para las diferentes marcas (San Fernando, Otto Kunz, Braedt, La Segoviana, Tuxa) expandidas en el mercado la Unión – San Juan de Lurigancho, en el periodo de Octubre – Diciembre del 2018; fue  $(458,1 \pm 24,82 \text{ mg/kg})$ ; no sobrepasa el valor máximo permisible según INDECOPI (500 mg/kg), sin embargo la salchicha de la marca Otto Kunz sobrepasa dicho valor  $(509,47 \pm 0,99 \text{ mg/kg})$ .

## VII. RECOMENDACIONES

Las Autoridades Sanitarias correspondientes y la Municipalidad deben tener un mayor control sobre el almacenamiento de los embutidos, ya que estos deben ser almacenados en cámaras de refrigeración a una temperatura de 4-6 °C para evitar la proliferación de microorganismos dañinos y asegurar las condiciones óptimas de conservación; así mismo deben realizar inspecciones inopinadas periódicas para evaluar las condiciones de conservación de los productos, así como el entorno sanitario en el que atienden los comerciantes.

Se deben realizar charlas con la finalidad de informar a la población sobre los daños que pueden causar el consumo excesivo de embutidos que contienen aditivos alimentarios tales como nitritos y nitratos ya que estos producen metahemoglobinemia y forman nitrosaminas que son precursoras de diversos tipos de cáncer.

Las industrias alimentarias, que producen productos cárnicos procesados deben cumplir los requisitos de composición establecidos para cada tipo de producto dispuesto en las Normas Técnicas Peruanas respectivas.

Realizar estudios con nuevas técnicas como la electroforesis en zona capilar (CZE) para determinar los niveles de nitritos y nitratos a toda clase de embutidos ofertados en los mercados, con el objetivo de optimizar el tiempo de análisis y reducir costos.

Evitar el consumo de embutidos en combinación con verduras y hortalizas que contienen nitratos y nitritos ya que esto incrementa la concentración de dichos aditivos alimentarios y la probabilidad de sufrir cáncer.

## VIII. REFERENCIAS BIBLIOGRÁFICAS

1. Organización de las Naciones Unidas para la Agricultura y la Alimentación (FAO) y Organización Mundial de la Salud (OMS), Codex Alimentarius. CODEX STAN 192 - 2018. Norma General del Codex para los Aditivos Alimentarios. [página principal de Internet]. [citado 10 de Agosto 2018]; [aprox. 507 p]. Disponible en:  
  
[http://www.fao.org/gsfonline/docs/CXS\\_192s.pdf](http://www.fao.org/gsfonline/docs/CXS_192s.pdf)
2. Departamento de salud y servicios humanos de los Estados Unidos. Resumen de salud pública Nitrato y Nitrito. Estados Unidos. [página web de un sitio web]: [https://www.atsdr.cdc.gov/es/phs/es\\_phs204.pdf](https://www.atsdr.cdc.gov/es/phs/es_phs204.pdf)
3. Agencia española de Seguridad Alimentaria y Nutrición (AESAN). Seguridad Alimentaria [página principal de Internet] 2015 Oct [citado 20 de Oct 2018]. Disponible en:  
  
[http://www.aecosan.msssi.gob.es/AECOSAN/web/seguridad\\_alimentaria/su\\_bdetalle/nitratos.htm?fbclid=IwAR3mCKCM60G0aNWWxrDQB\\_qFWrvSyfbIBPfldnLZbf\\_YXW6wg56G3CHwFnY](http://www.aecosan.msssi.gob.es/AECOSAN/web/seguridad_alimentaria/su_bdetalle/nitratos.htm?fbclid=IwAR3mCKCM60G0aNWWxrDQB_qFWrvSyfbIBPfldnLZbf_YXW6wg56G3CHwFnY)
4. Fundación Vasca para la Seguridad Agroalimentaria. [página web de un sitio web]. [Actualizado 11 Marzo 2009; citado 19 de Julio 2018]. Disponible en:  
  
[http://www.elika.net/datos/pdfs\\_agrupados/documento46/nitritos.pdf](http://www.elika.net/datos/pdfs_agrupados/documento46/nitritos.pdf)
5. Organización Mundial de la Salud (OMS). El Centro Internacional de Investigaciones sobre el Cáncer evalúa el consumo de la carne roja y de la carne procesada. [página principal de Internet] 2015 Oct [citado 20 de sep 2018]. Disponible en:  
  
<http://www.who.int/mediacentre/news/releases/2015/cancer-red-meat/es/>
6. Organización Mundial de la Salud (OMS). Nota Informativa “Carcinogenicidad por consumo de Carne Roja y Carne Procesada”. [página principal de Internet] 2015 Oct [citado 20 de sep 2018]. Disponible en:  
  
<http://canirac.org.mx/images/notas/files/Nota%20Informativa%20carne%20roja.pdf>
7. Organización Mundial de la Salud (OMS). Carcinogenicidad del consumo de carne roja y de la carne procesada. [página principal de Internet] 2015 Oct [citado 20 de sep 2018]. Disponible en:

- <http://www.who.int/features/qa/cancer-red-meat/es/>
8. Huanca D., Solís P. Determinación de nitritos y nitratos en hot dogs de consumo directo por estudiantes del 5° y 6° grado de educación primaria del distrito de Villa el Salvador. Tesis para optar al título de Químico Farmacéutico. Universidad Nacional Mayor de San Marcos 2016. Lima Perú.
  9. Hetges D, Zart N, Marmitt L, Oliveira E. Concentraciones de nitrito y nitrato en salchichas. *Revista Brasileira em Promoção da Saúde*. [internet]. 2016 Enero- Marzo [citado 2018 Jul 10]; 29 (1): 27-33. Disponible en:  
<http://www.redalyc.org/pdf/408/40846964005.pdf>
  10. Ministerio de Agricultura y Riego (MINAGRI). Sector pecuario creció 4,5% en primer trimestre de este año. Lima – Perú. [página principal de internet]. [Citado 09 Julio 2018]. Disponible en:  
<http://www.minagri.gob.pe/portal/noticias-antteriores/notas-2015/12510-sector-pecuario-crecio-4-5-en-primer-trimestre-de-este-ano>
  11. Perú Retail. Lima – Perú. [página web de un sitio web]. [Actualizado 10 diciembre 2015; citado 09 de Julio 2018]. Disponible en:  
<https://www.peru-retail.com/san-fernando-lider-embutidos-peru/>
  12. Instituto Nacional de Estadística e Informática (INEI). Al año 2016 a nivel nacional existen 2 mil 612 mercados de abastos. Lima – Perú. [página principal de internet]. [Actualizado 13 de junio 2017; Citado 09 Julio 2018]. Disponible en: <https://www.inei.gob.pe/prensa/noticias/al-ano-2016-a-nivel-nacional-existen-2-mil-612-mercados-de-abastos-9794/>
  13. Duarte R, Meléndez L, Colmenarez K, Malandrino A, Matute S, Noguera R. Niveles de Concentración de Nitritos y Nitratos en Salchicha y Jamones. *Revista del colegio de médicos veterinarios del estado lara*. [internet]. 2014 Julio-Diciembre [citado 2018 Sept 15]; 2 (8). Disponible en:  
<https://revistacmvl.jimdo.com/suscripci%C3%B3n/volumen-8/nitratos-y-nitritos/>
  14. Organización de las Naciones Unidas para la Agricultura y la Alimentación (FAO) Y Organización Mundial de la Salud (OMS). *Codex Alimentarius*. 1994. Volumen 10. Carne y productos cárnicos incluidos los bouillons y consomés. pp. 1-235.

15. NTP 201.048-1. 1999. Carne y productos cárnicos. Aditivos Alimentarios Parte 1: Definición, clasificación y requisitos. 1da edición.
16. Kovačević D, Mastanjević K, Čosić K, Pleadin J. Količina nitrita i nitrata u mesnim proizvodima s hrvatskog tržišta. MESO. [internet]. 2016 marzo-abril [citado 2018 Sept 15]; 18 (2): 40-46. Disponible en: [https://hrcak.srce.hr/index.php?id\\_clanak\\_jezik=233399&show=clanak](https://hrcak.srce.hr/index.php?id_clanak_jezik=233399&show=clanak)
17. Hashim R., Shah N., Hajar N., Mohamad N., Musa A.H. Determination of Nitrite and Nitrate Content and Microbiological Test in Malaysia Local Beef Patties. En: Muhammad Hashim N., Md Shariff N., Mahamood S., Fathullah Harun H., Shahrudin M., Bhari A. (eds) Actas de la 3ª Conferencia Internacional Halal (INHAC 2016). Springer, Singapur. [https://link.springer.com/chapter/10.1007/978-981-10-7257-4\\_47](https://link.springer.com/chapter/10.1007/978-981-10-7257-4_47)
18. Chambi Y. Evaluación colorimétrica de nitratos en *Spinacia oleracia L.*, *Beta vulgaris L. var. cicla* y *Lactuca sativa* en la provincia de Tacna, año 2015. Tesis para optar al título de Químico Farmacéutico. Universidad Nacional Jorge Basadre Grohmann 2015. Tacna Perú. <http://renati.sunedu.gob.pe/handle/sunedu/224542>
19. Ramos D, San Martín V, Rebatta M, Arbaiza T, Salvá B, Caro I, Mateo J. Características fisicoquímicas de la salchicha de cerdo del departamento de Tumbes, Perú. Salud tecnol. vet. [internet] 2014 [citado 2018 Jul 10]; 2: 120-128. Disponible en: [file:///C:/Users/GonzaloS/Downloads/2249-4734-1-PB%20\(1\).pdf](file:///C:/Users/GonzaloS/Downloads/2249-4734-1-PB%20(1).pdf)
20. NTP 201.007. 1999. Carne y productos cárnicos. Embutidos: Definición, Clasificación y requisitos. 2da edición.
21. Organización de las Naciones Unidas para la Agricultura y la Alimentación (FAO) y Organización Mundial de la Salud (OMS). Manual de procedimiento [página principal de Internet]. 2016 [citado 26 de Oct 2018]. Disponible en: [http://www.digesa.minsa.gob.pe/Codex/manual/Manual\\_de\\_Procedimiento\\_25%20edicion.pdf?fbclid=IwAR10iJSVLTZxY8z41EkX8V3UwmUZEhYUrK8QHzu4ucfD96PJPBVFe-MfvG](http://www.digesa.minsa.gob.pe/Codex/manual/Manual_de_Procedimiento_25%20edicion.pdf?fbclid=IwAR10iJSVLTZxY8z41EkX8V3UwmUZEhYUrK8QHzu4ucfD96PJPBVFe-MfvG)

22. Ventanas S, Matín D, Estévez M, Ruiz J. Nitratos, nitritos y nitrosaminas en productos cárnicos. [internet] 2004 Sept [citado 2018 Nov 02]; 129. Disponible en:  
  
[https://www.researchgate.net/publication/283510186\\_Nitratos\\_nitritos\\_y\\_nitrosaminas\\_en\\_productos\\_carnicos\\_I](https://www.researchgate.net/publication/283510186_Nitratos_nitritos_y_nitrosaminas_en_productos_carnicos_I)
23. Albert L. Gallardo L. 2005. Química y Ecotoxicología de los insecticidas. P 177-190 In: Botello A. Rendón J. Gold G, Hernández A (Eds). Golfo de México Contaminación e Impacto Ambiental: Diagnóstico y Tendencias, 2da ed. Univ. Autónoma de Campeche, Univ. Nal. Autónoma de México, Instituto Nacional de Ecología 696p.
24. Prieto B, Carballo J. El control analítico de la calidad en los productos cárnicos crudos – curados. Cienc. Tecnol. [internet] 1997 [citado 08 Nov 2018]; 1 (5): 112-120. Disponible en:  
  
<https://www.tandfonline.com/doi/pdf/10.1080/11358129709487570>
25. Lilia A. Curso básico de toxicología ambiental. 2ed. México: Noriega editores; 2002
26. World Health Organization. 2015. Evaluation of certain Food Additives and Contaminants. Joint FAO/WHO Expert Committee on Food Additives. Technical Report Series; 859. Geneva: WHO. P 36-43.
27. Takayuki L. Introducción a la Toxicología de los alimentos. España: Editorial Acribia S.A; 1996. p. 187-193.
28. World Health Organization. NITRATE (and potential endogenous formation of N-nitroso compounds). Who food additives series, N° 50. [actualizado 13-06-2012]; [citado 07 de Nov 2018]. Disponible en:  
  
<http://www.inchem.org/documents/jecfa/jecmono/v50je06.htm#1.0>
29. World Health Organization. NITRITE (and potential endogenous formation of N-nitroso compounds). Who food additives series, N° 50. [actualizado 13 de Junio de 2012]; [citado 07 de Nov 2018]. Disponible en:  
  
<http://www.inchem.org/documents/jecfa/jecmono/v50je05.htm#1.0>

30. García M. O, García M, Cañas R. Centro Panamericano de Ecología Humana y Salud. División de Salud y Ambiente, Organización Panamericana de la Salud, Organización Mundial de la Salud. Nitratos, Nitritos y Compuestos de N-Nitroso. Serie Vigilancia 13.1994
31. Organización de las Naciones Unidas para la Agricultura y la Alimentación (FAO). Oficina Regional de la FAO para América Latina y el Caribe. [página principal de internet]. [citado 05 de Nov 2018]. Disponible en: <http://www.fao.org/americas/mesoamerica/es/>
32. Organización de las Naciones Unidas para la Agricultura y la Alimentación (FAO) y Organización Mundial de la Salud (OMS), Codex Alimentarius. CODEX STAN 192 - 2018. Norma General del Codex para los Aditivos Alimentarios. [página principal de Internet]. [citado 10 de agosto 2018]; [aprox. 507 p]. Disponible en:  
  
<http://www.fao.org/fao-who-codexalimentarius/es/>
33. Decreto Supremo N° 007-98-SA, Reglamento sobre Vigilancia y Control Sanitario de Alimentos y Bebidas, Diario El Peruano. (25-09-1998)
34. Autoridad Europea de Seguridad Alimentaria (EFSA). [página principal de Internet]. [citado 10 de Nov 2018]. Disponible en: [https://europa.eu/european-union/about-eu/agencies/efsa\\_es](https://europa.eu/european-union/about-eu/agencies/efsa_es)
35. Organización de las Naciones Unidas para la Agricultura y la Alimentación (FAO). Comité Mixto FAO/OMS de Expertos en Aditivos Alimentarios (JECFA) 2016. [página principal de internet]. [citado 05 de Nov 2018]. Disponible en: <http://www.fao.org/food/food-safety-quality/scientific-advice/jecfa/es/>
36. El Comercio. Lima – Perú. [página web de un sitio web]. [Actualizado 12 jun 2017; citado 05 de Nov 2018]. Disponible en:  
  
<https://elcomercio.pe/economia/mercados/cambio-consumo-embutidos-advertencias-cancer-oms-433915>
37. Rpp. Lima – Perú. [página web de un sitio web]. [Actualizado 27 oct 2015; citado 05 de Nov 2018]. Disponible en:

<https://rpp.pe/economia/economia/peru-tiene-el-consumo-mas-bajo-de-embutidos-y-carne-de-la-region-noticia-908689>

38. Organización de Consumidores y Usuarios. [página web de un sitio web]. [Actualizado 16 oct 2017; citado 27 de Feb 2019]. Disponible en:

<https://www.ocu.org/alimentacion/seguridad-alimentaria/noticias/aditivos-en-productos-carnicos?fbclid=IwAR0ehnoWI-cDOWmgvmAcYaMKBnPd8LOdDtEevKyP39h3M1QegiN4E9F85AY>

39. Carmona J. Efecto de la temperatura sobre la difusión del ión nitrito durante el curado del jamón. Tesis para optar al título de máster en ciencia e ingeniería de los alimentos. Universidad Politécnica de Valencia, 2010. Valencia España.

40. Informe del Comité Científico de la Agencia Española de Seguridad Alimentaria y Nutrición (AESAN) sobre una cuestión planteada por la Dirección Ejecutiva de la AESAN, en relación con el riesgo de la posible presencia de N-nitrosaminas en productos cárnicos crudos adobados cuando se someten a tratamientos culinarios de asado o fritura. [página principal de internet]. [citado 27 de Feb 2019]. Disponible en:

[https://www.scribd.com/document\\_downloads/direct/246273278?extension=pdf&ft=1551283683&lt=1551287293&show\\_pdf=true&user\\_id=323417804&uahk=ZtkvttC1ltVZYSIs79gIUHmBUm0&fbclid=IwAR3\\_uoTftzdgFjjzXJ908nYJPRLFFp6tld5LJAKiDidKYDmn2FeWMq0SPiE](https://www.scribd.com/document_downloads/direct/246273278?extension=pdf&ft=1551283683&lt=1551287293&show_pdf=true&user_id=323417804&uahk=ZtkvttC1ltVZYSIs79gIUHmBUm0&fbclid=IwAR3_uoTftzdgFjjzXJ908nYJPRLFFp6tld5LJAKiDidKYDmn2FeWMq0SPiE)

41. Instituto Nacional de Calidad (INACAL). Normas Técnicas Peruanas. Lima – Perú. [página principal de internet]. [Citado 09 agosto-diciembre 2018]. Disponible en:

<http://www.inacal.gob.pe/principal/categoria/normastecnicasperuana>

42. Organización de las Naciones Unidas para la Agricultura y la Alimentación (FAO) y Organización Mundial de la Salud (OMS). Codex Alimentarius. 2016. Alimentos producidos orgánicamente. [página principal de Internet]. [citado 10 de agosto-diciembre 2018]. Disponible en: <http://www.fao.org/3/a-a0369s.pdf>



43. Alves E, Petrucci J, Alves A. Determination of Nitrite and Nitrate in Brazilian Meats Using High Shear Homogenization. *Food Analytical Methods*. [internet] 2012 Ago [citado 2018 Jul 13]; 5 (4): 637-642. Disponible en: <https://link.springer.com/article/10.1007/s12161-011-9294-1>
44. NTP-ISO 2918. 2006. Carne y productos cárnicos. Determinación del contenido de nitritos. . Método de referencia. 2da edición.
45. NTP-ISO 3091. 2005. Carne y productos cárnicos. Determinación del contenido de nitratos. Método de referencia. 2da edición.
46. Della F, Morilla L, Araújo M, Camargo A, Daguer H, Fett R, Vitali L, Oliveira A.C. A sub-minute CZE method to determine nitrate and nitrite in meat products: An alternative for routine analysis. *Journal of meat science*. [internet] 2016 Abr [citado 2018 Jul 12]; 119: 62-68  
<https://www.ncbi.nlm.nih.gov/pubmed/27132205>
47. Vindas L, Rodríguez N, Araya y. Variación del contenido de nitrito de sodio residual en diferentes lotes de salchichas, de una misma formulación de una empresa productora costarricense. *Rev. Pensamiento Actual*. 2017; 17 (28): 88-98.
48. Patiño N, Vázquez V. Determinación de la concentración de nitritos en salchicha tipo Frankfurt que se comercializa en los mercados de la ciudad de Cuenca. Tesis para optar al título de Bioquímico Farmacéutico. Universidad de Cuenca 2013. Cuenca Ecuador.

## IX. ANEXOS

### ANEXO N° 1: Matriz de Consistencia

Titulo	Problema	Objetivo	Hipótesis	Variable e indicadores
<b>“Determinación de nitritos y nitratos en salchichas expendidas en el Mercado La Unión - San Juan de Lurigancho, Octubre-Diciembre 2018”</b>	<b>General:</b> ¿Cuál será la concentración de nitritos y nitratos en salchichas expendidas en el Mercado La Unión - San Juan de Lurigancho, Octubre-Diciembre 2018?	<b>General:</b> Determinar la concentración de nitritos y nitratos en salchichas expendidas en el Mercado La Unión - San Juan de Lurigancho, Octubre-Diciembre 2018.	Las concentraciones de nitritos y nitratos en salchichas frescas, sometidas a refrigeración y fritas expendidas en el Mercado La Unión - San Juan de Lurigancho, Octubre-Diciembre 2018, superan los límites máximos establecidos por el Codex Alimentarius e INDECOPI.	<b>Independiente:</b> Salchichas
	<b>Específicos:</b> ¿Cuál es la concentración de nitritos en salchichas frescas expendidas en el Mercado La Unión - San Juan de Lurigancho, Octubre-Diciembre 2018?	<b>Específicos:</b> Identificar la concentración de nitritos en salchichas frescas expendidas en el Mercado La Unión - San Juan de Lurigancho, Octubre-Diciembre 2018.		<b>Dependiente:</b> Concentración de Nitritos y Nitratos.
	¿Cuál es la concentración de nitritos en salchichas refrigeradas expendidas en el Mercado La Unión - San Juan de Lurigancho, Octubre-Diciembre 2018?	Identificar la concentración de nitritos en salchichas refrigeradas expendidas en el Mercado La Unión - San Juan de Lurigancho, Octubre-Diciembre 2018.		
	¿Cuál es la concentración de nitritos en salchichas fritas expendidas en el Mercado La Unión - San Juan de Lurigancho, Octubre-Diciembre 2018?	Identificar la concentración de nitritos en salchichas fritas expendidas en el Mercado La Unión - San Juan de Lurigancho, Octubre-Diciembre 2018.		
	¿Cuál es la concentración de nitratos en salchichas frescas expendidas en el Mercado La Unión - San Juan de Lurigancho, Octubre-Diciembre 2018?	Identificar la concentración de nitratos en salchichas frescas expendidas en el Mercado La Unión - San Juan de Lurigancho, Octubre-Diciembre 2018.		
	¿Cuál es la concentración de nitratos en salchichas refrigeradas expendidas en el Mercado La Unión - San Juan de Lurigancho, Octubre-Diciembre 2018?	Identificar la concentración de nitratos en salchichas refrigeradas expendidas en el Mercado La Unión - San Juan de Lurigancho, Octubre-Diciembre 2018.		
	¿Cuál es la concentración de nitratos en salchichas fritas expendidas en el Mercado La Unión - San Juan de Lurigancho, Octubre-Diciembre 2018?	Identificar la concentración de nitratos en salchichas fritas expendidas en el Mercado La Unión - San Juan de Lurigancho, Octubre-Diciembre 2018.		

**ANEXO N° 2: Matriz de Operacionalización de Variables**

Objetivos	Variable	Operacionalización de Variables			
		Indicador	Instrumento	Escala	Fuente
<p><b>General:</b> Determinar la concentración de nitritos y nitratos en salchichas expandidas en el Mercado La Unión - San Juan de Lurigancho, Octubre-Diciembre 2018.</p>	<p><b>Independiente:</b> Salchichas</p>	<ul style="list-style-type: none"> <li>- Empaque sellado y rotulado (Registro Sanitario, lote, Fecha de vencimiento).</li> <li>- Tamaño.</li> <li>- Análisis Organoléptico.</li> </ul>	<p>Recolección de (75) muestras de salchichas de marcas San Fernando, Otto Kunz, Braedt, La Segoviana, Tuxa; en el Mercado La Unión de San Juan de Lurigancho.</p>	<p>Nominal (75 salchichas)</p>	<p>Salchichas de marcas San Fernando, Otto Kunz, Braedt, La Segoviana, Tuxa, recolectadas en el mercado La Unión de San Juan de Lurigancho.</p>
<p><b>Específicos:</b> Identificar la concentración de nitritos en salchichas expandidas en el Mercado La Unión - San Juan de Lurigancho, Octubre-Diciembre 2018.</p>	<p><b>Dependiente:</b> Concentración de Nitritos.</p>	<ul style="list-style-type: none"> <li>- Coloración roja (Reacción de Griess).</li> <li>- Medición en espectrofotómetro a longitud de onda de 538 nm.</li> </ul>	<p>Norma Técnica Peruana - ISO 2918:2006 (revisada 2015): Carne y productos cárnicos. Determinación del contenido de nitritos. Método de referencia.</p>	<p>Valor máximo: 200 mg/kg</p> <p>CÓDEX: Valor máximo 125 ppm</p>	<ul style="list-style-type: none"> <li>- 25 salchichas sometidas a refrigeración.</li> <li>- 25 salchichas fritas.</li> <li>- 25 salchichas frescas</li> </ul>
<p>Identificar la concentración de nitratos en salchichas expandidas en el Mercado La Unión - San Juan de Lurigancho, Octubre-Diciembre 2018.</p>	<p>Concentración de Nitratos.</p>	<ul style="list-style-type: none"> <li>- Reducción de nitratos a nitritos con cadmio metálico.</li> <li>- Coloración roja (Reacción de Griess).</li> <li>- Medición en espectrofotómetro a longitud de onda de 538 nm.</li> </ul>	<p>Norma Técnica Peruana - ISO 3091:2005 (revisada 2015): Carne y productos cárnicos. Determinación del contenido de nitratos. Método de referencia.</p>	<p>Valor máximo: 500 mg/kg</p>	<ul style="list-style-type: none"> <li>- 25 salchichas sometidas a refrigeración.</li> <li>- 25 salchichas fritas.</li> <li>- 25 salchichas frescas</li> </ul>

### ANEXO N° 3: Pruebas T para una media

#### Prueba de muestra única

Marca		Valor de prueba = 125		
		t	gl	p valor
San Fernando	Concentración de nitritos en salchicha fresca (mg/Kg)	-24.383	4	0.000
	Concentración de nitritos en salchicha refrigerada (mg/Kg)	-23.269	4	0.000
	Concentración de nitritos en salchicha frita (mg/Kg)	136.119	4	0.000
Otto Kunz	Concentración de nitritos en salchicha fresca (mg/Kg)	-19.949	4	0.000
	Concentración de nitritos en salchicha refrigerada (mg/Kg)	-24.063	4	0.000
	Concentración de nitritos en salchicha frita (mg/Kg)	-4.249	4	0.013
Braedt	Concentración de nitritos en salchicha fresca (mg/Kg)	-17.916	4	0.000
	Concentración de nitritos en salchicha refrigerada (mg/Kg)	-23.762	4	0.000
	Concentración de nitritos en salchicha frita (mg/Kg)	188.321	4	0.000
La Segoviana	Concentración de nitritos en salchicha fresca (mg/Kg)	-15.727	4	0.000
	Concentración de nitritos en salchicha refrigerada (mg/Kg)	-27.320	4	0.000
	Concentración de nitritos en salchicha frita (mg/Kg)	110.635	4	0.000
Tuxa	Concentración de nitritos en salchicha fresca (mg/Kg)	-1.004	4	0.372
	Concentración de nitritos en salchicha refrigerada (mg/Kg)	-4.725	4	0.009
	Concentración de nitritos en salchicha frita (mg/Kg)	338.280	4	0.000

Prueba de muestra única

Marca		Valor de prueba = 200		
		t	gl	p valor
San Fernando	Concentración de nitritos en salchicha fresca (mg/Kg)	-178.567	4	0.000
	Concentración de nitritos en salchicha refrigerada (mg/Kg)	-156.678	4	0.000
	Concentración de nitritos en salchicha frita (mg/Kg)	-90.162	4	0.000
Otto Kunz	Concentración de nitritos en salchicha fresca (mg/Kg)	-159.053	4	0.000
	Concentración de nitritos en salchicha refrigerada (mg/Kg)	-174.023	4	0.000
	Concentración de nitritos en salchicha frita (mg/Kg)	-292.701	4	0.000
Braedt	Concentración de nitritos en salchicha fresca (mg/Kg)	-149.235	4	0.000
	Concentración de nitritos en salchicha refrigerada (mg/Kg)	-162.464	4	0.000
	Concentración de nitritos en salchicha frita (mg/Kg)	-111.598	4	0.000
La Segoviana	Concentración de nitritos en salchicha fresca (mg/Kg)	-142.527	4	0.000
	Concentración de nitritos en salchicha refrigerada (mg/Kg)	-227.567	4	0.000
	Concentración de nitritos en salchicha frita (mg/Kg)	-64.911	4	0.000
Tuxa	Concentración de nitritos en salchicha fresca (mg/Kg)	-162.888	4	0.000
	Concentración de nitritos en salchicha refrigerada (mg/Kg)	-124.241	4	0.000
	Concentración de nitritos en salchicha frita (mg/Kg)	-26.587	4	0.000

Prueba de muestra única

Marca		Valor de prueba = 500		
		t	gl	p valor
San Fernando	Concentración de nitratos en salchicha fresca (mg/Kg)	-187.540	4	0.000
	Concentración de nitratos en salchicha refrigerada (mg/Kg)	-154.559	4	0.000
	Concentración de nitratos en salchicha frita (mg/Kg)	-120.360	4	0.000
Otto Kunz	Concentración de nitratos en salchicha fresca (mg/Kg)	-84.118	4	0.000
	Concentración de nitratos en salchicha refrigerada (mg/Kg)	-161.449	4	0.000
	Concentración de nitratos en salchicha frita (mg/Kg)	53.160	4	0.000
Braedt	Concentración de nitratos en salchicha fresca (mg/Kg)	-159.188	4	0.000
	Concentración de nitratos en salchicha refrigerada (mg/Kg)	-95.390	4	0.000
	Concentración de nitratos en salchicha frita (mg/Kg)	-249.795	4	0.000
La Segoviana	Concentración de nitratos en salchicha fresca (mg/Kg)	-168.798	4	0.000
	Concentración de nitratos en salchicha refrigerada (mg/Kg)	-243.455	4	0.000
	Concentración de nitratos en salchicha frita (mg/Kg)	-76.768	4	0.000
Tuxa	Concentración de nitratos en salchicha fresca (mg/Kg)	-14.544	4	0.000
	Concentración de nitratos en salchicha refrigerada (mg/Kg)	21.363	4	0.000
	Concentración de nitratos en salchicha frita (mg/Kg)	-68.997	4	0.000

## ANEXO N° 4: ANÁLISIS DE CONCENTRACIÓN DE NITRITOS Y NITRATOS

### ANÁLISIS: DETERMINACIÓN DE NITRITOS Y NITRATOS



Preparación de la muestra



Preparación de reactivos y soluciones



Reducción de nitratos a nitritos



Medición de absorbancias